



LAPORAN SKRIPSI

RANCANG BANGUN *PLASTIC INJECTION MOULDING* PADA PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK UNTUK GAGANG PISAU

**MUHAMMAD SYAIFUDIN
NIM. 201254048**

DOSEN PEMBIMBING

**Taufiq Hidayat, ST.MT
Rochmad Winnarso, ST.MT**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MURIA KUDUS**

2017

HALAMAN PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN *PLASTIC INJECTION MOULDING* PADA PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK UNTUK GAGANG PISAU

MUHAMMAD SYAIFUDIN
NIM. 201254048

Kudus, 29 Agustus 2017

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Taufiq Hidayat, ST., MT.
NIDN. 0023017901

Pembimbing Pendamping,



Rochmad Winarso, ST.MT
NIDN. 0612037201

Mengetahui

Koordinator Skripsi/Tugas Akhir



Qomaruddin, ST., MT.
NIDN. 0626097102

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN *PLASTIC INJECTION MOULDING* PADA PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK UNTUK GAGANG PISAU

MUHAMMAD SYAIFUDIN

NIM. 201254048

Kudus, 29 Agustus 2017

Menyetujui,

Ketua Penguji,



Qomaruddin, ST., MT.
NIDN. 0626097102

Anggota Penguji I,



Bachtiyar Setya N, ST., MT.
NIDN. 062206710

Anggota Penguji II,



Taufiq Hidayat, ST., MT.
NIDN. 0023017901

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Mohammad Daulan, ST., MT.
NIDN. 0601076901

Ka. Program Studi teknik Mesin



Rianto Wibowo, ST., M.Eng.
NIDN. 0630037301

PERNYATAAN KEASLIAN

saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Syaifudin

NIM : 201254048

Tempat & Tanggal Lahir : Demak, 17 april 1989

Judul Skripsi : Perancangan bangun *plastic injection moulding*
pada pemanfaatan limbah plastik untuk gagang
pisau

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan aslidari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan lain yang tercantum sebagai dari skripsi ini seluruh ide, pendapat, atau materi dari sumber lain telah dikutip dalam Skripsi dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muria Kudus.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Kudus, 29 Agustus 2017

Yang memberi pernyataan,



Muhammad Syaifudin
NIM. 201254048

RANCANG BANGUN *PLASTIC INJECTION MOULDING* PADA PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK UNTUK GAGANG PISAU

Nama mahasiswa : Muhammad Syaifudin

NIM : 201254048

Pembimbing :

1. Taufiq Hidayat, ST., MT.
2. Rochmad Winarso, ST., MT

RINGKASAN

Pembuangan sampah yang semakin banyak mengakibatkan limbah seperti plastik, dari limbah plastik juga bermanfaat bagi pengrajin daurulang plastik untuk dibuat biji plastik dengan adanya biji plastik yang melimpah maka diperlukan suatu alat yang bisa melebur plastik untuk dibuat berbagai macam bentuk dengan metode pengecoran, pengecoran adalah suatu proses penuangan material cair kedalam cetakan, untuk itu diperlukan rancang bangun *plastic injection moulding*

Dalam Rancang bangun *injection moulding* dirancang sistem penekanan manual menggunakan tuas penekan pada rancang mesin ini dibuat untuk menghasilkan suatu bentuk cetakan desain produk gagang pisau dari limbah plastik jenis HDPE

Rancang bangun *plastic injection moulding* menggunakan mekanisme penekanan piston dengan tuas penekan, menggunakan penjepit cetakan, dengan volume tabung pemanas $145,528 \text{ cm}^3$, pemanas memakai *catridge heater*, dan daya 600 watt

Kata kunci : bangun *plastic*, *injection moulding*, gagang pisau

RANCANG BANGUN *PLASTIC INJECTION MOULDING*
PADA PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK
UNTUK GAGANG PISAU

Student Name : Muhammad Syaifudin

Student Identity Number : 201254048

Supervisor :

1. Taufiq Hidayat, ST., MT.
2. Rochmad Winarso, ST., MT

ABSTRACT

Increased waste disposal leads to waste such as plastics, from plastic waste also useful for plastic recycling craftsmen to be made plastic seeds in the presence of abundant plastic seeds it is necessary a tool that can melt the plastic to be made various forms by the method of casting, the foundry is a process Pouring of liquid material into mold, for it needed design of plastic injection molding

In the design of injection molding is designed manual pressure system using pressure lever on the design of this machine is made to menghasilkan a form of mold design of the knife handle product from waste plastic type HDPE

The design of plastic injection molding uses a mechanism of pressing the piston with a pressure lever, using a mold clamp, with a heating tube volume of 145.528 cm³, a heater using a cartridge heater, and a 600 watt

Keywords : Waste plastic, injection molding, knife handle

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Allah yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir dan dapat menyelesaikan laporan dengan judul “Rancang Bangun *Plastic Injection Moulding* Untuk Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Gagang Pisau” Dimana laporan Proyek Akhir ini buat dan dirancang untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan

Penulis juga sangat berterimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dari awal hingga selesainya penyusunan laporan ini, untuk itu pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Taufiq Hidayat, S.T.,MT. selaku pembimbing I Proyek Akhir.
Bapak Rochmad Winarso, S.T, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus.
2. Bapak Rochmad Winarso, S.T, M.T, selaku pembimbing II.
4. Bapak Qomaruddin, ST., MT. selaku koordinator.
5. Teman-temanku seperjuangan.
6. Bapak, Ibu, saudara-saudara dan Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Proyek Akhir ini.

Penulis sangat mengharapkan saran, kritik, yang bersifat membangun. Semoga laporan ini bermanfaat bagi pembaca.

Kudus, 29 Agustus 2017

Muhammad Syaifudin

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
RINGKASAN	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Mengenal proses pengecoran plastik	10
2.2 Pengertian tuas	18
2.3 pengertian volume	19
2.4 proses manufaktur	20
2.5 proses pemesinan mesin <i>injection moulding</i>	21
BAB III METODE	
3.1 Melakukan studi literatur	35
3.2 Observasi lapangan	35
3.3 Rencana desain plastic injection moulding	35
3.4 Alat dan bahan	37

3.5	Perakitan.....	38
3.6	Proses finishing	38

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	prose perancangan mesin injection moulding	39
4.1.1	perancangan tabung pemanas.....	39
4.1.2	Perancangan rangka mesin injection.....	43
4.2	proses pengerjaan mesin injection moulding	44
4.2.1	pengerjaan rangka	45
4.2.2	pengerjaan pipa pemanas	54
4.3	Hasil pengujian.....	58

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan	60
5.2	Saran	60

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Mesin <i>Injection Molding</i> Hasil Desain Ulang	4
Gambar 2. Mesin Injeksi Plastik Hasil <i>Manufaktur</i>	5
Gambar 3. Produk Hasil Injeksi Plastik Bushing dan Gating System dengan Bebagai Variasi suhu injeksi.....	6
Gambar 4. Mesin <i>Injection Molding Horizontal</i>	12
Gambar 5. Mesin <i>Injection Molding Vertikal</i>	13
Gambar 6. <i>Cavity</i> Dan <i>Core</i>	15
Gambar 7. <i>Sprue</i> , <i>Runner</i> dan <i>Gate</i>	16
Gambar 8. <i>Sprue</i>	16
Gambar 9. <i>Runner</i>	17
Gambar 10. <i>Gate</i>	17
Gambar 11. Tuas	18
Gambar 12. Jenis pengungkit	19
Gambar 13. Perubahan ke kubus atau tabung ke bola.....	20
Gambar 14. Prose Manufaktur Secara Teknis	21
Gambar 15. Prose Manufaktur Secara Ekonomis.....	21
Gambar 16. Gambar skematis proses bubut	22
Gambar 17. Gambar Skematis Proses Gurdi/ <i>Drilling</i>	24
Gambar 18. Kode ISO Posisi Las Flat.....	28
Gambar 19. Jangka Sorong.....	32
Gambar 20. Cara Membaca Skala Jangka Sorong Ketelitian 0,05 Mm	33
Gambar 21. Diagram alir rancang bangun.....	34
Gambar 22. Mesin <i>Injection Molding Vertikal Manual</i>	35
Gambar 23. Rangka	36
Gambar 24. Tabung Pemanas	37
Gambar 25. Tabung pemanas	39
Gambar 26. <i>Hopper</i>	40

Gambar 37. Lubang Keluar	40
Gambar 28. Tuas	41
Gambar 29. Batang Tuas	41
Gambar 30. Aliran fluida.....	42
Gambar 31. Hasil simulasi <i>von mises stress</i>	44
Gambar 32. Proses pembuatan rangka	45
Gambar 33. Proses pembuatan pipa pemanas	45
Gambar 34. Dudukan rangaka.....	48
Gambar 35. Tiang untuk pemanas.....	49
Gambar 36. Tiang bagian atas	50
Gambar 37. Pengambungan tiang dan dudukan	52
Gambar 38. pengeboran tiang bagian atas.....	53
Gambar 39. pipa pemanas	54
Gambar 40. Fariasi suhu	59

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kode Jenis Plastik	7
Tabel 2. Temperatur Transisi Dan Titik Lebur Plastik.....	9
Tabel 3. Klasifikasi Diameter Elektroda	29
Tabel 4. Klasifikasi Tebal Bahan Arus Dan Diameter Elektroda	30
Tabel 5. Klasifikasi Elektroda Terhadap Kekuatan Tarik	30
Tabel 6. Pengujian	58



DAFTAR SIMBOL

simbol	keterangan	satuan	Nomer persamaan
A	Luas penampang	m^2	1,3
α	Sudut defleksi	rad	3
D	Diameter pipa	M	2,5
G	Percepatan gravitasi bumi	m/s^2	5



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pedoman kecepatan sayat pada perkakas baja cepat (m/menit)

bahan.Harun. (1981) 63

lampiran 2. Gambar desain 65

lampiran 3. Proses pengerjaan 68

Lampiran 4. Mesin *injection moulding* 71

Lampiran 5. Hasil gagang pisau 72

Lampiran 6. cetakan 73

Lampiran 7. Lembar Konsultasi 74

Lampiran 8. Lembar Resivi 75

Note; lampiran yang disertakan dalam laporan

1. Surat keterangan; kolaborasi, obyek penelitian (jika ada)
2. Instrumen penelitian (kuesioner, data penelitian, tabel pendukung)
3. Artikel ilmiah
4. Poster (print warna. A4)
5. Manual book (pedoman penggunaan) jika ada
6. Foto kopi buku bimbingan
7. Dokumentasi; foto, dll jika ada

DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

SUTET	; saluran udara tegangan ekstra tinggi
SUTT	; saluran udara tegangan tinggi
PLTU	; pembangkit listrik tenaga uap
JST	; jaringan saraf tiruan
CMOS	; <i>compelemen metal-oxide semikonduktor</i>
TTL	; <i>transistor-transistor logic</i>



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan zaman yang semakin pesat dan banyaknya kebutuhan manusia, yang menjadi permasalahan lingkungan hidup seperti pembuangan sampah. Pembuangan sampah-sampah plastik ke dalam air dan tanah telah menambah tingkat kerusakan alam sangat sulit dan tidak mungkin diuraikan oleh bakteri pengurai, apabila ditimbun dalam tanah untuk menguraikannya butuh waktu berjuta-juta tahun. Apabila dibakar hanya akan menjadi gumpalan dan butuh waktu lama untuk menguraikannya. Akibat dari sampah plastik yang terlalu lama tertimbun dalam tanah yaitu terjadi pemanasan global yang berdampak pada kehidupan manusia itu sendiri. Salah satu faktor yang menyebabkan rusaknya lingkungan hidup yang sampai saat ini masih tetap menjadi “PR” besar bagi bangsa Indonesia adalah faktor pembuangan limbah sampah.

Limbah plastik adalah sampah yang paling banyak dibuang oleh manusia karena banyak orang yang menggunakan plastik untuk keperluannya sehari-hari entah itu perorangan, toko, maupun perusahaan besar, misalnya, berbelanja pasti akan membutuhkan plastik untuk membawa barang belanjaan, jika plastik itu sudah tidak terpakai mereka akan membuang atau membakarnya (Yuliana Chemistry, 2013). Adanya limbah tersebut menyebabkan dampak negatif bagi lingkungan kita salah satunya pencemaran udara, pencemaran air dan tanah yang paling parah lagi adalah pemanasan global. Cara mengatasi permasalahan tersebut dengan membuat sebuah mesin atau alat pembentukan plastik, ada banyak proses pembuatannya seperti ; proses *extrusi*, proses *blow moulding*, proses *Thermoforming*, proses *injection moulding*, disini perancang membuat mesin *injection moulding* yang berfungsi untuk mengolah limbah plastik sebagai bahan yang berguna yaitu gagang pisau.

Salah satu keunggulan mesin ini adalah mengurangi atau menekan dampak limbah plastik yang terbuang atau tidak terpakai, limbah jenis plastik dibedakan menjadi 2 yaitu ; termosetting adalah sudah dipanaskan tidak bisa melunak kembali, dan termoplastik adalah jenis plastik yang bisa melunak

ketika dipanaskan kembali jenis plastik tergolong termoplastik yaitu PETE (*Polyethylene Terephthalate*), HDPE (*High Density Polyethylene*), PVC (*Polyvinyl Chloride*), LHDPE (*Low Density Polyethylene*), PS (*Polystyrene*), PP (*Polypropylene*), dan OTHER.

Kode yang tertera pada kemasan plastik dikeluarkan oleh the society of plastic industry pada tahun 1998 di Amerika Serikat dan diadopsi oleh lembaga – lembaga pengembangan sistem kode, seperti ISO (*international organization for standardization*), ciri umum segitiga pada plastik adalah; perada atau terletak dibagian bawah plastik kemasan, berbentuk segi tiga beraturan panah searah, didalam segitiga tersebut terdapat angka, dan serta nama jenis plastik (Linda Windia Sundarti, 2013).

Sampel cetak adalah *Bushing Polycarbonate* (PC). Dalam proses injeksi plastik, variasi temperatur yaitu 250, 270, 280, 290, 300, 310, dan 320^oC dengan tekanan 100 kg/cm². Temperatur dalam injeksi ini merupakan temperatur yang digunakan untuk mencetak material kedalam rongga cetakan. Temperatur harus dijaga lebih dari cukup agar dapat meminimalkan *shrinkage*. Cacat sink mark juga dapat diminimalkan dengan menambahkan tekanan injeksi dan menyesuaikan temperatur (Toto Rusianto Dkk, 2010).

Hasil limbah plastik dibersihkan dan diproses menjadi biji-biji plastik, dari biji plastik dipanasi sampai meleleh hingga titik leleh, plastik yang sudah meleleh ditekan dalam tabung silinder kemudian lelehan plastik keluar melalui lubang yang disebut *nozzel* dari lubang *nozzel* terhubung dengan cetakan untuk menampung lelehan cairan plastik dari cetakan sudah didesain dibuat gagang pisau.

1.2 Perumusan Masalah

Bagaimana limbah tersebut dapat dimanfaatkan secara optimal yaitu membuat alat atau rancang bangun *plastic injection moulding* pada pemanfaatan limbah plastik untuk gagang pisau.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang dilakukan adalah:

- Rancang bangun *plastic injection moulding* dengan bentuk *vertikal*/tegak lurus menggunakan tuas penekan, dengan volume tabung = 145,528 cm³

- b. Plastik yang digunakan limbah plastik jenis HDPE

1.4 Tujuan

Tujuan rancang bangun ini adalah:

- a. Merancang bangun *plastic injection moulding* dengan bahan baku limbah plastik untuk pembuatan gagang pisau.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat rancang bangun mesin ini adalah:

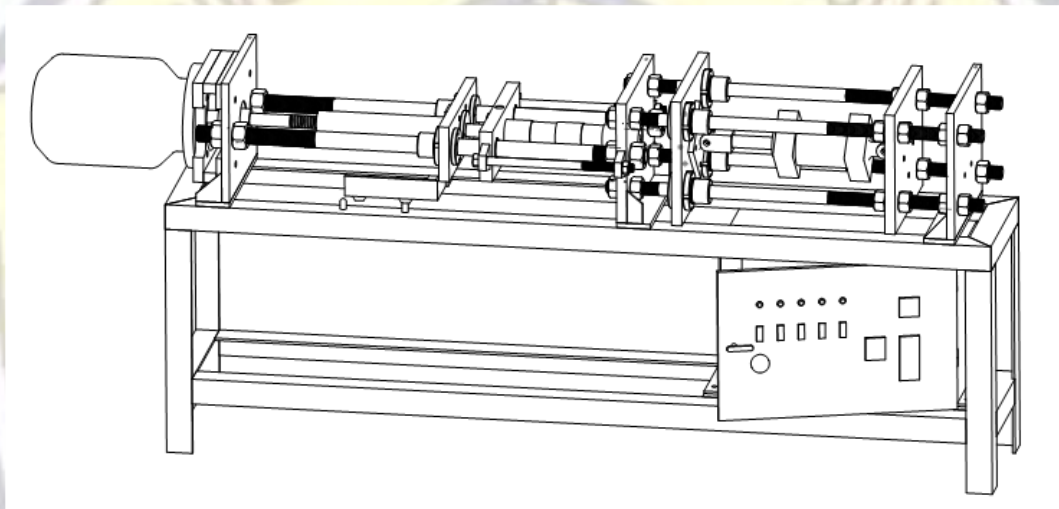
- a. Sebagai syarat menyelesaikan studi untuk memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus, dan dapat menerapkan keilmuannya yang didapat selama kuliah.
- b. Hasil perancangan yang berupa gagang pisau bisa dijual ke pengrajin pisau atau pandai besi membuat pisau.
- c. Membuat TA rancang bangun *plastic injection moulding* perancang bisa mengetahui cara pembuatan dengan baik dan memperbanyak rancang bangun itu, sehingga terciptanya lapangan kerja disekitarnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Andhy Rinanto dkk, 2012 dari desain ulang terhadap mesin *injection molding* milik Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Mesin injeksi dapat beroperasi sesuai dengan rancangan yaitu suhu pemanasan dapat diatur, temperatur maksimal yang bisa dicapai mesin injeksi ini adalah 324 °C.
2. Kecepatan injeksi mesin dapat diatur dengan mengubah besarnya putaran motor. Putaran motor kemudian dikonversikan ke gerakan linier.



Gambar 1. Mesin *Injection Molding* Hasil Desain Ulang (Andhy Rinanto dkk, 2012)

Menurut Indra Mawardi dkk, 2014 mengembangkan mesin injeksi plastik yang dapat dimanfaatkan oleh industri kecil dalam menghasilkan produk plastik. Metode penelitian diawali dengan merancang konstruksi mesin injeksi menggunakan tuas sebagai pergerakan unit injeksi maupun *clamping*. Spesifikasi mesin injeksi plastik dengan mekanisme *toggle* yang dibangun adalah

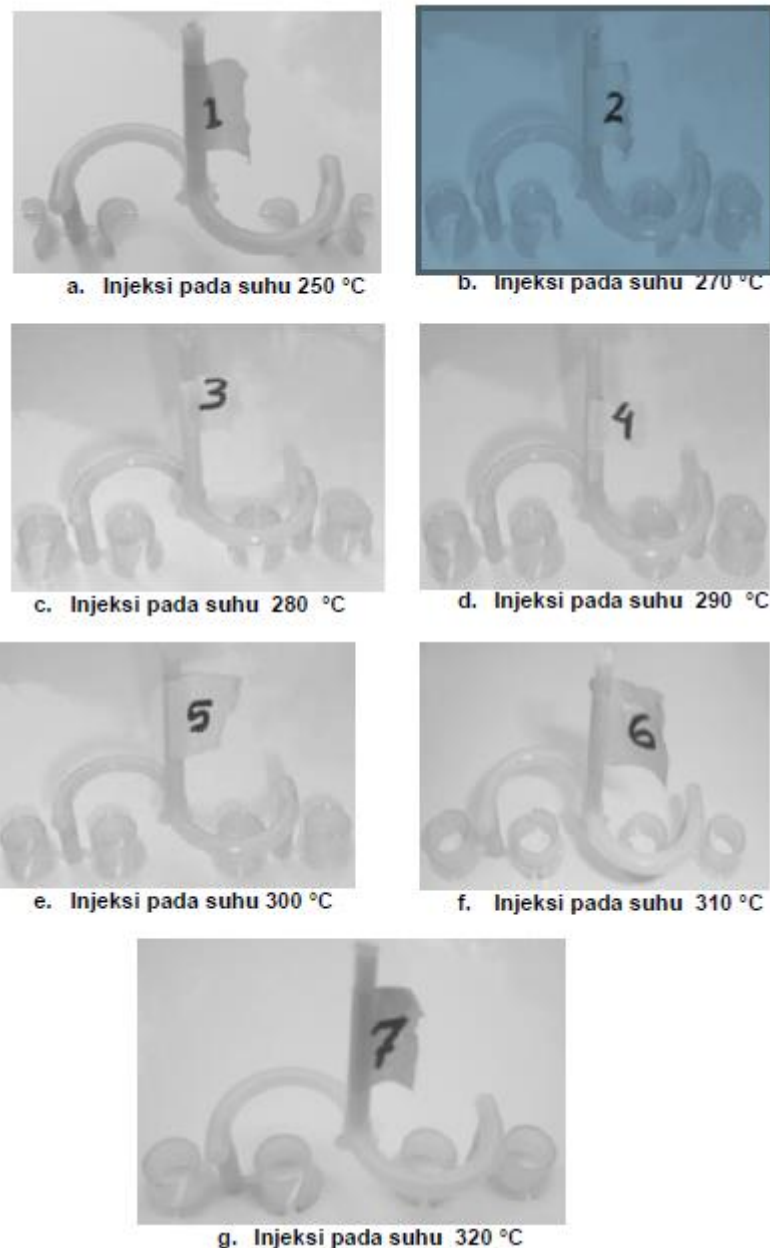
- a. Dimensi mesin 1350 x 500 x 300 mm Perbandingan L/D *barrel – screw* adalah 14.
- c. Motor penggerak 1/2 HP.
- d. Pemanas menggunakan 3 heater dia. 35 x 850 mm, CPM 500 W, 220V.

e. Kapasitas injeksi = 19600 mm³.



Gambar 2. Mesin Injeksi Plastik Hasil *Manufaktur* (Indra Mawardi dkk, 2014)

Menurut Toto Rusianto dkk, 2010 shrinkage pada plastik *bushing* dengan variabel temperatur injeksi plastik *bushing Polycarbonate* (PC). Proses injeksi plastik, variasi temperatur yaitu 250, 270, 280, 290, 300, 310, dan 320°C dengan tekanan 100 kg/cm². Temperatur dalam injeksi ini merupakan temperatur yang digunakan untuk mencetak material ke dalam rongga cetakan. Temperatur harus dijaga lebih dari cukup agar dapat meminimalkan *shrinkage*. Cacat *sink mark* juga dapat diminimalkan dengan menambahkan tekanan injeksi dan menyesuaikan temperatur. Pada temperatur 250°C terjadi penyusutan yang besar sekali yaitu 14,17%, temperatur yang sesuai untuk bahan *polycarbonate* adalah 300°C. Sedangkan temperatur lebih dari 300°C pada material cetakan terjadi warna kekuning-kuningan atau agak terbakar.



Gambar 3. Produk Hasil Injeksi Plastik Bushing dan Gating System dengan berbagai Variasi Suhu Injeksi (Toto Rusianto dkk, 2010)

Menurut Suryo Darmo dkk, 2015 pengembangan metode pembuatan injeksi *molding* plastik dari serbuk komposit. *Insert mold* dapat dibuat dari komposit bahan baku campuran serbuk alumunium, serbuk kaca, dan serbuk akrilik dengan perbandingan volume masing-masing 1:1:1 menggunakan proses *indirect layer manufaktur*. Insert mold mampu digunakan sampai menghasilkan produk plastik (jenis produk adalah *slinder plastic* sebanyak 120 buah).

Setiap kemasan terdapat kode-kode yang berbeda-beda sesuai dengan jenis plastik yang digunakannya. Menurut siti mawarti, M.Si (2010) bahwa kode-kode dalam kemasan yang tertera dalam produk dikeluarkan oleh “the society of plastik industry” pada tahun 1998 diamerika selikat dan diadopsi oleh lembaga-lembaga pengembangan sistem kode

Tabel 1. Kode Jenis Plastik Dan Kode (Siti Mawarti, M.Si, 2010)

Jenis plastik	Penggunaan	Kode
PETE (<i>Polyethylene Terephthalate</i>)	Botol plastik, berwarna jernih/transparan/tembus pandang seperti botol mineral, botol jus	
PVC (<i>Polyvinyl Chloride</i>)	Jenis plastik yang sulit di daur ulang. Ditemukan pada plastik pembungkus dan botol-botol	

LHDPE (<i>Low Density Polyethylene</i>)	Tempat makanan plastik kemasan dan botol-botol lembek	
PP (Polypropylene Atau Polypropene)	Tempat makanan dan minuman seperti tempat penyimpanan makanan, botol minuman dan terpenting botol minuman untuk bayi disarankan menggunakan jenis plastik seperti ini	
PS (<i>Polystyrene</i>)	Tempat makanan berupa styrofoam, tempat minuman sekali pakai	

OTHER	Tempat makanan dan minuman seperti botol minuman, suku cadang mobil, alat rumah tangga, komputer, alat-alat elektronik dan plastik kemasan	
-------	--	--

Tabel 2. Temperatur Transisi Dan Titik Lebur Plastik (Budiantoro, 2010)

Jenis bahan	Tm (°C)	Tg (°C)	Temperatur kerja maks. (°C)
PP	168	5	80
HDPE	134	-110	82
LHDE	330	-110	260
PA	260	50	100
PET	250	70	100
ABS		110	85
PS		90	70
PMMA		100	85
PC		150	246
PVC		90	71

Menurut Gusti Rusydi Furqon dkk, 2006 pengaplikasian baja karbon sering digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan alat-alat perkakas, komponen mesin, struktur bangunan dan lain sebagainya. komposisi kimia karbon baja yaitu

1. Baja karbon rendah (*low carbon steel*)
2. Baja karbon sedang (*medium carbon steel*)
3. Baja karbon tinggi (*high carbon steel*)

Baja ST 60 merupakan baja karbon sedang dengan kandungan karbon pada besi sebesar 0,3% C -0,5% C dengan titik didih 1550°C dan titik lebur 2900°C

disebut juga baja keras. Baja karbon sedang kekuatannya lebih tinggi dari baja karbon rendah, sifatnya sulit dibengkokkan, dilas, dipotong. Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan tentang kekuatan puntir dan lentur terjadi baja ST 60 material tersebut mempunyai kekuatan tarik sebesar $706,47 \text{ N/mm}^2$ setelah melakukan uji tarik sebelum mengalami perlakuan panas (Sarjito Dan Joko Sisworo, 2009)

2.1 Menenal Proses Pengecoran pelastik

Pengecoran (*casting*) adalah suatu proses penuangan material cair seperti logam atau plastik yang dimasukkan ke dalam cetakan, dan dibiarkan membeku di dalam cetakan tersebut, kemudian dikeluarkan atau dipecah-pecah untuk dijadikan komponen mesin. Pengecoran digunakan untuk membuat bagian mesin dengan bentuk yang kompleks. Pengecoran digunakan untuk membentuk logam dalam kondisi panas sesuai dengan bentuk cetakan yang telah dibuat. Pengecoran dapat berupa material logam cair atau plastik yang bisa meleleh (*termoplastik*), material yang terlarut air misalnya beton atau gips, dan materi lain yang dapat menjadi cair atau pasta ketika dalam kondisi basah seperti tanah liat, dan lain-lain yang jika dalam kondisi kering akan berubah menjadi keras dalam cetakan, dan terbakar dalam perapian (widarto, 2008). Ada banyak cara yang bisa digunakan dalam memperoleh plastik, dengan menggunakan metode berbeda-beda dan alat yang berbeda-beda pula. Adapun cara memperolehnya adalah sebagai berikut :

a. Proses Ekstrusi

Ekstrusi adalah proses untuk membuat benda dengan penampang tetap keuntungan dari proses *ekstrusi* adalah bisa membuat benda dengan penampang yang rumit, bisa memproses bahan yang rapuh karena pada proses *ekstrusi* hanya bekerja tegangan tekan, sedangkan tegangan tarik tidak ada sama sekali. Aluminium, tembaga, kuningan, baja dan plastik adalah contoh bahan yang paling banyak diproses dengan *ekstrusi*. Seperti: barang dari baja yang dibuat dengan proses ekstrusi adalah rel kereta api. Khusus untuk *ekstrusi* plastik proses pemanasan dan pelunakan bahan baku terjadi di dalam *barrel* akibat adanya pemanas dan gesekan antar material akibat putaran *screw*. Variasi dari *ekstrusi plastic*:

- 1) *Blown film*
- 2) *Flat film and sheet*
- 3) *Ekstrusi pipa*
- 4) *Ekstrusi profil*
- 5) *Pemintalan benang*
- 6) *Pelapisan kabel*

b. *Proses Blow Molding*

Blow molding adalah proses manufaktur plastik untuk membuat produk-produk berongga (botol) dimana parison yang dihasilkan dari proses *ekstrusi* dikembangkan dalam cetakan oleh tekanan gas. Pada dasarnya *blow molding* adalah pengembangan dari proses *ekstrusi* pipa dengan penambahan mekanisme cetakan dan peniupan.

c. *Proses Thermoforming*

Thermoforming adalah proses pembentukan lembaran plastik termoset dengan cara pemanasan kemudian diikuti pembentukan dengan cara pengisapan atau penekanan ke rongga *mold*. Plastik termoset tidak bisa diproses secara *thermoforming* karena pemanasan tidak bisa melunakkan termoset akibat rantai tulang belakang molekulnya saling bersilangan. (Charis Muhammad, 2014).

d. Proses *Injection Molding*

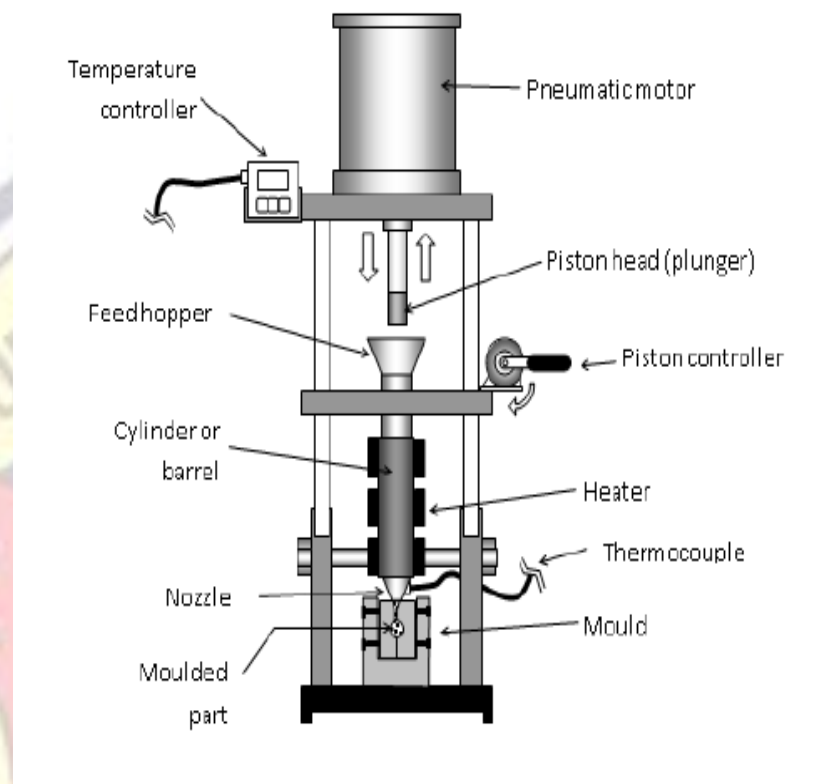
Proses pembuatan benda plastik dengan menggunakan cetakan yang diisi dengan bahan plastik yang terlebih dahulu dipanaskan hingga mencapai titik lumer dengan mekanisme injeksi atau suntikan. Pada proses Injeksi Plastik dibagi menjadi 2 bagian metode proses produksinya:

- a) Mesin injeksi plastik horisontal (*Horizontal Injection Moulding Machine*).



Gambar 4. Mesin *Injection Molding Horizontal* (Erosa plastik, 2016)

- b) Mesin injeksi plastik vertikal (*Vertical Injection Moulding Machine*).



Gambar 5. Mesin *Injection Molding Vertikal*

(https://www.researchgate.net/figure/282997300_fig2_figure-2-schematic-diagram-of-a-plunger-moulding-machine) diakses pada tanggal 15 Agustus 2016 pukul: 14.48 WIB.

Bagian dari *injection* unit adalah :

- a. Motor dan Transmission Gear Unit

Berfungsi untuk menghasilkan daya yang digunakan memutar *screw* pada *barrel*, sedangkan transmisi unit berfungsi untuk memindahkan daya dari putaran motor kedalam *screw*, transmisi unit juga berfungsi memutar tenaga yang disalurkan sehingga pembebanan tidak terlalu besar

- b. *Cylinder Screw Ram*

Berfungsi menjaga perputaran *screw* tetap konstan, maka dihasilkan kecepatan dan tekanan yang konstan saat proses injeksi plastik dilakukan.

c. *Hopper*

Tempat penampungan material plastik, sebelum masuk ke *barrel*, biasanya untuk menjaga kelembapan material plastik, digunakan tempat penyimpanan khusus yang dapat mengatur kelembapan, apabila kandungan air terlalu besar pada udara, dapat menyebabkan hasil injeksi yang tidak bagus.

d. *Barrel*

Tempat *screw*, dan selubung yang menjaga aliran plastik ketika dipanasi oleh *heater*, sebelum masuk ke *nozzle*.

e. *Screw*

Berfungsi untuk mengalirkan plastik dari *hopper* ke *nozzle*, ketika *screw* berputar material dari *hopper* akan tertarik mengisi *screw* yang selanjutnya dipanasi lalu didorong ke arah *nozzle*.

f. *Nonreturn valve*

Berfungsi untuk menjaga aliran plastik yang telah meleleh agar tidak kembali saat *screw* berhenti berputar.

Enam langkah utama yang biasanya dilakukan pada proses *Injection Molding* adalah:

1. Pengapitan

Suatu mesin injeksi memiliki tiga bagian utama yaitu cetakan pengapit dan unit penyuntik. Unit pengapit adalah pemegang cetakan yang mengalami tekanan selama proses penyuntikan dan pendinginan. Pada dasarnya, pengapit ini memegang kedua belah cetakan bersama-sama.

2. Suntikan

Pada saat penyuntikan, material plastik umumnya dalam bentuk butiran/pellet, diisi kedalam suatu wadah saluran tuang (*hopper*) yang terdapat bagian atas unit mesin. Butir/pellet ini disuap ke dalam silinder untuk dipanaskan hingga mencair. *Cylinder (barrel)* terdapat mesin *screw* (berputar) yang mencampur bahan butiran/pellet cair dan mendorong campuran ke bagian ujung *cylinder*. Ketika material yang dikumpulkan di ujung *screw* telah cukup, proses penyuntikan dimulai. Plastik yang dicairkan dimasukkan kedalam cetakan melalui suatu *nozzle injector*,

ketika tekanan dan kecepatan diatur oleh *screw* tersebut. Sebagian mesin injeksi menggunakan suatu pendorong sebagai pengganti *screw*.

3. Penenangan

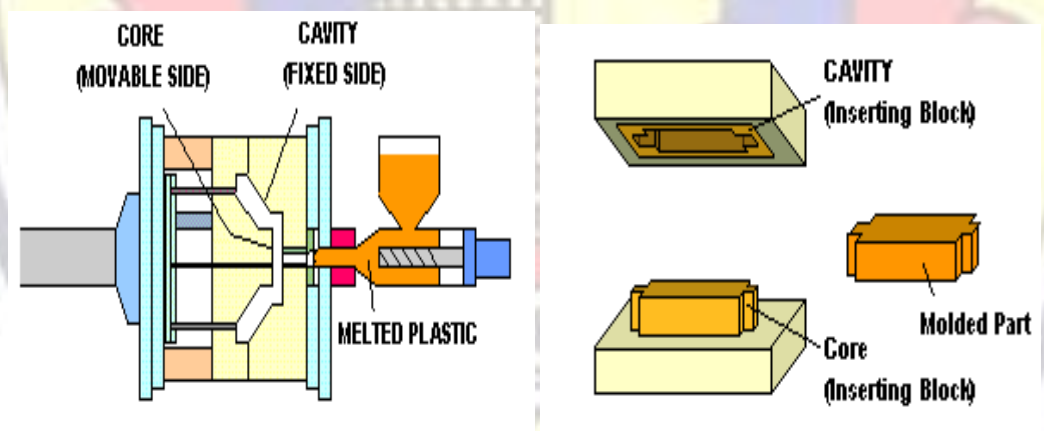
Waktu penenangan sesaat setelah proses penyuntikan. Plastik cair yang telah disuntik kedalam cetakan dan tekanan dipertahankan untuk meyakinkan segala sisi rongga cetakan telah terisi secara sempurna.

4. Pendinginan

Plastik didinginkan di dalam cetakan untuk mendapatkan bentuk padatnya didalam cetakan. Pada proses ini sekaligus pengisian ulang bahan plastik dari *hopper* ke dalam *barrel* dengan *screw* yang berputar.

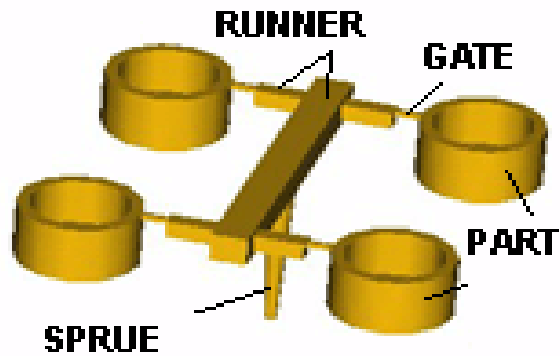
5. Cetakan Dibuka

Cetakan terbentuk dari 2 bagian yaitu *cavity* dan *core*. Keduanya merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan, karena gabungan antara *cavity* dan *core* inilah yang akan membentuk desain dari sebuah komponen.



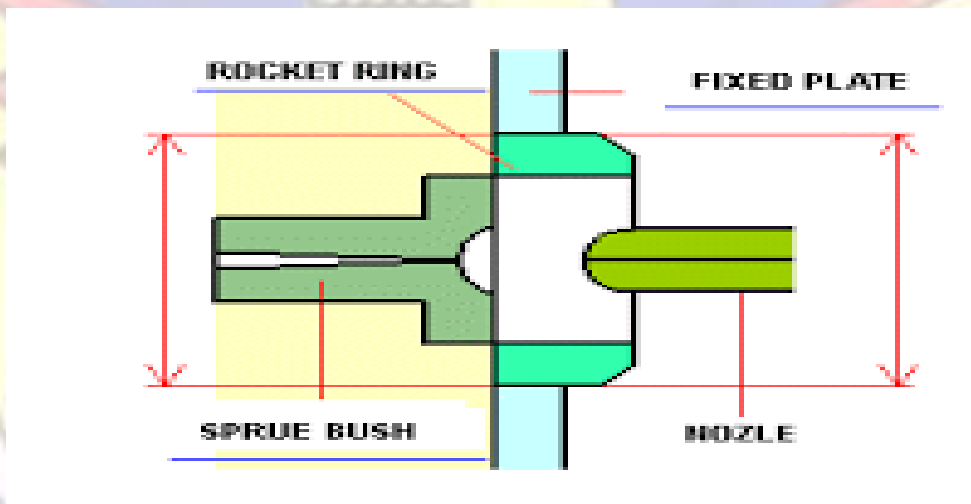
Gambar 6. *Cavity dan Core* (Sagitta, 2009)

Ketiga bagian ini, *sprue*, *runner* dan *gate* merupakan saluran untuk mengalirkan lelehan plastik yang diinjeksikan dari *nozel* sampai kedalam cetakan.



Gambar 7. *Sprue*, *Runner* dan *Gate* (Sagitta, 2009)

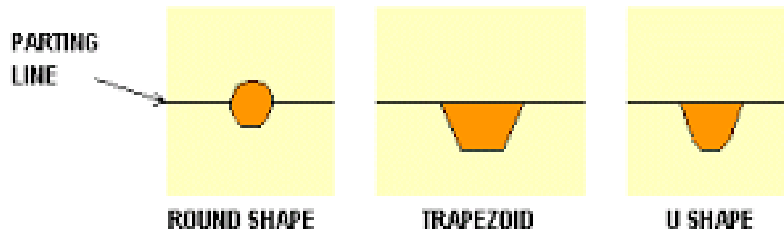
Sprue merupakan saluran penghubung utama yang ditanamkan pada *fixed plate* dari sebuah cetakan dan langsung bersentuhan dengan *nozzle*. Bagian ujung *sprue* akan bersentuhan langsung dengan bagian ujung *nozel*, di sinilah titik pertama masuknya material plastik yang disemprotkan dari mesin injeksi kedalam cetakan.



Gambar 8. *Sprue* (Sagitta, 2009)

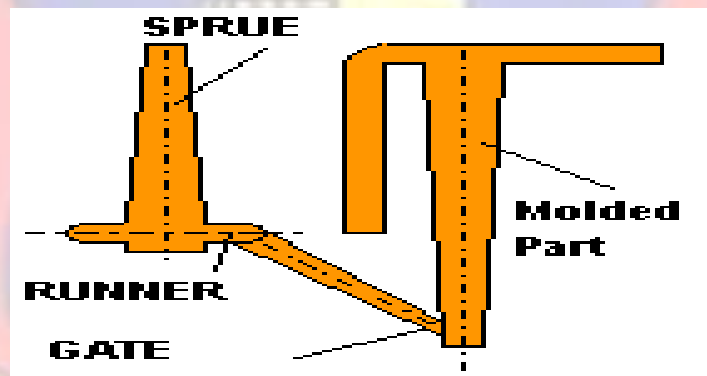
Runner Posisinya tepat berada pada garis pemisah (*parting line*). merupakan saluran lanjutan setelah *sprue* dan berfungsi untuk mencegah penurunan temperatur dan tekanan pada saat lelehan plastik memasuki cetakan. Selain itu, bentuk posisi dan jumlah *cavity* secara langsung akan

mempengaruhi penurunan tekanan dan temperatur di dalam cetakan.



Gambar 9. *Runner* (Sagitta, 2009)

Gate merupakan saluran terakhir yang langsung bersentuhan dengan material. Berfungsi mengontrol arah dan aliran material yang meleleh, mempermudah proses *finishing* material (*gate* harus dipisahkan/dipotong dari produk jadi) dan mencegah aliran balik (*counterflow*) dari cetakan kedalam *nozel* pada saat pendinginan (Sagitta, 2009).



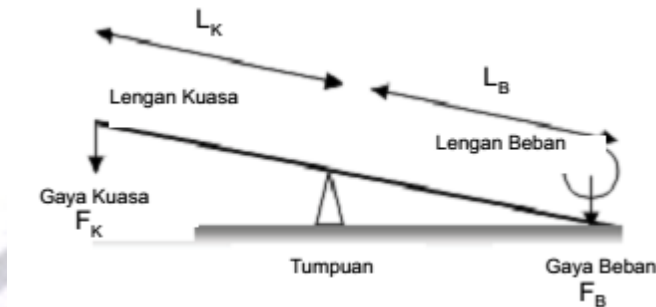
Gambar 10. *Gate* (Sagitta, 2009)

6. Pengeluaran

Pena dan *plat ejector* mendorong dan mengeluarkan hasil cetakan dari dalam cetakan, Geram dan sisa pada sisi-sisi hasil cetakan yang tidak dipakai dapat didaur ulang untuk digunakan pada pencetakan berikutnya (Didit, 2013)

2.2 Pengertian Tuas

Tuas atau batang penekan adalah bagian penekanan mesin yang langsung dipegang oleh penginjeksi, alat ini berperan penting sebagai pemberi tekanan pada langkah injeksi moulding tipe tuas



Gambar 11. Tuas

Persamaan yang berlaku pada tuas;

$$W \times L_K = F \times L_B$$

Keuntungan mekanik (KM) ;

$$KM = \frac{W}{K} = \frac{L_K}{L_B}$$

Keterangan ;

KM = keuntungan mekanik

F_b = gaya beban

F_k = gaya kuasa

L_k = lengan kuasa

L_k = lengan beban

(widodo setiyo wibowo, 2013)

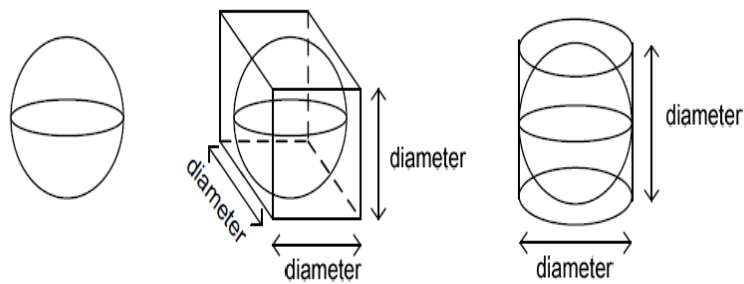
Jenis – jenis pengungkit

Jenis pengungkit	Penerapan dalam kehidupan	Konsep fisika pengungkit
Jenis Pertama		
Jenis Kedua		
Jenis Ketiga		

Gambar 12. Jenis Pengungkit (widodo setiyo wibowo, 2013)

2.3 Pengertian volume

Volume atau disebut kapasitas perhitungan seberapa banyak ruang yang bisa ditempati dalam satu objek. Objek itu bisa berupa benda yang beraturan misalnya kubus, balok, silinder, limas kerucut dan bola. Benda yang tidak beraturan misalnya batu yang ditemukan di jalan, Volume bangun ruang dengan bentuk alas tidak nampak, namun masih dapat ditelusuri. Misalnya bola, walaupun bentuk alasnya tidak nampak, namun alas bola dapat ditelusuri dengan melihat bagian tengahnya yang berbentuk lingkaran, sehingga ada dua kemungkinan pendekatan untuk menentukan volume bola. Pertama, dengan mengumpamakannya sebagai volume kubus yang dikurangi atau sebagai volume tabung yang dikurangi (Ali Syahbana, 2013).



Gambar 13. Perubahan Ke Kubus Atau Tabung Ke Bola (Ali Syahbana, 2013).

$$\text{Volume bola} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$$

$$\text{Volume kubus} = d \times d \times d = 2r \times 2r \times 2 = 8r^3$$

$$\text{Volume tabung} = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

2.4 Proses Manufaktur

Proses pembuatan dimulai dari desain, perancangan, pemilihan-bahan menta dan termasuk tahapan-tahapan lain dalam rancang bangun mesin *injection moulding* dari tahapan tersebut mempunyai nilai lebih dari sebelumnya, proses pembuat produk dari bahan setengah jadi menjadi barang jadi atau suatu bentuk mempunyai nilai tambah diperlukan pengerjaan mesin dan pengontrolan bahkan dikerjakan secara otomatis penuh, tetapi tetap melalui pengawasan secara manual (Groover, M.P, 2007) Proses manufaktur dibagi menjadi dua jenis operasi utama yaitu:

1. Operasi pemrosesan (*processing operation*)

Merubah benda kerja dari satu bentuk ke bentuk yang lain mendekati bentuk akhir produk yang diinginkan sehingga memiliki nilai tambah dengan merubah geometri, sifat-sifat, maupun pelampiran benda kerja. operasi pemrosesan di bagi menjadi tiga kelompok yaitu:

- a. Proses pembentukan
- b. Proses memperbaiki sifat-sifat
- c. Operasi pemrosesan permukaan

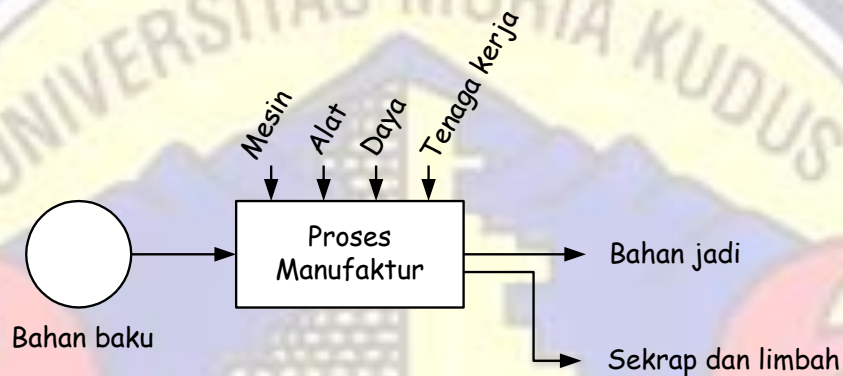
2. Operasi perakitan (*assembly operation*)

Menyambung atau menyatukan dua komponen atau lebih, operasi perakitan dikelompokkan menjadi dua yaitu:

- a. Proses pengambungan permanen seperti: pengelasan dan penyolderan
- b. Proses pengambungan mekanik yaitu: pengencangan dengan ulir (sekrup, mur, baut), pengencangan permanen (*rivet*, *press fitting*) (Groover, M.P, 2007)

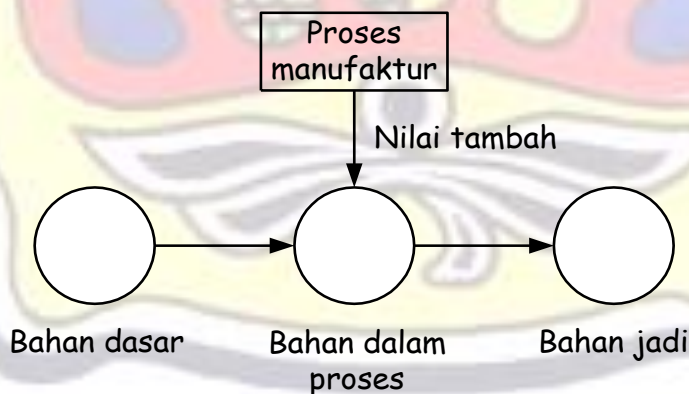
Definisi manufaktur secara teknik dan secara ekonomis adalah:

1. Secara teknis : Proses pengolahan bahan baku menjadi bahan jadi dengan menggunakan mesin, alat, daya, dan tenaga kerja



Gambar 14. Prose Manufaktur Secara Teknis (Groover, M.P, 2007)

2. Secara ekonomis : Proses pengolahan bahan dasar (baku) menjadi bahan jadi yang memiliki nilai tambah (Groover, M.P, 2007)



Gambar 15. Prose Manufaktur Secara Ekonomis (Groover, M.P, 2007)

2.2 Proses pemesinan mesin *injection moulding*

Proses pemesinan dengan menggunakan prinsip pemotongan logam dibagi menjadi tiga kelompok dasar ; proses dengan mesin pres,

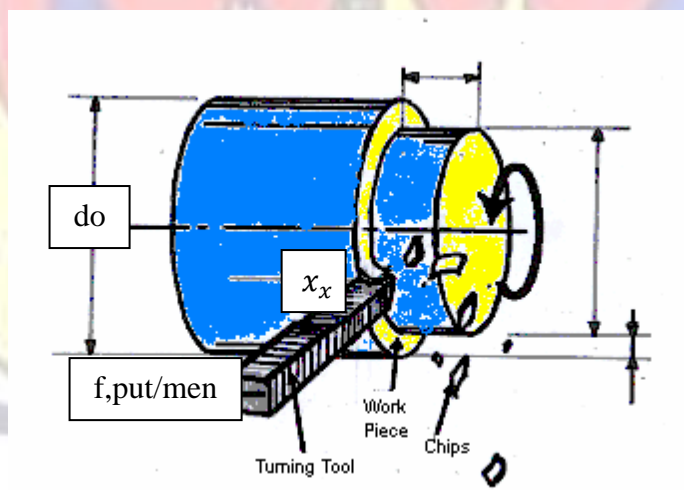
proses pemotongan konvensional dengan mesin perkakas, dan proses pemotongan non konvensional.

Proses pemesinan adalah proses yang paling banyak dilakukan untuk menghasilkan suatu produk jadi yang berbahan baku logam. Di perkirakan sekitar 60%-80% dari seluruh proses pembuatan komponen mesin yang komplit dilakukan dengan proses pemesinan

1. Proses pembubutan

Proses bubut adalah proses pemesinan untuk menghasilkan bagian-bagian mesin berbentuk silindris yang dikerjakan dengan menggunakan Mesin Bubut. Prinsip dasarnya dapat didefinisikan sebagai proses pemesinan permukaan luar benda silindris atau bubut rata :

1. Benda kerja yang berputar
2. Satu pahat bermata potong tunggal (*with a single-point cutting tool*)
3. Gerakan pahat sejajar terhadap sumbu benda kerja pada jarak tertentu sehingga akan membuang permukaan luar benda kerja



Gambar 16. Gambar Skematis Proses Bubut.(widarto, 2008)

Keterangan :

Benda kerja :

d_o = diameter mula ; mm

d_m = diameter akhir; mm

l_t = panjang pemotongan; mm

Pahat :

χ_r = sudut potong utama

Mesin bubut :

a = kedalaman potong, mm

f = gerak makan; mm/putaran

n = putaran poros utama;
putaran/menit

Kecepatan potong :

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ m/menit}$$

d = diameter rata-rata benda kerja ($(d_o + d_m)/2$; mm

n = putaran poros utama ; put/menit

$$\pi = 3,14$$

Kecepatan makan :

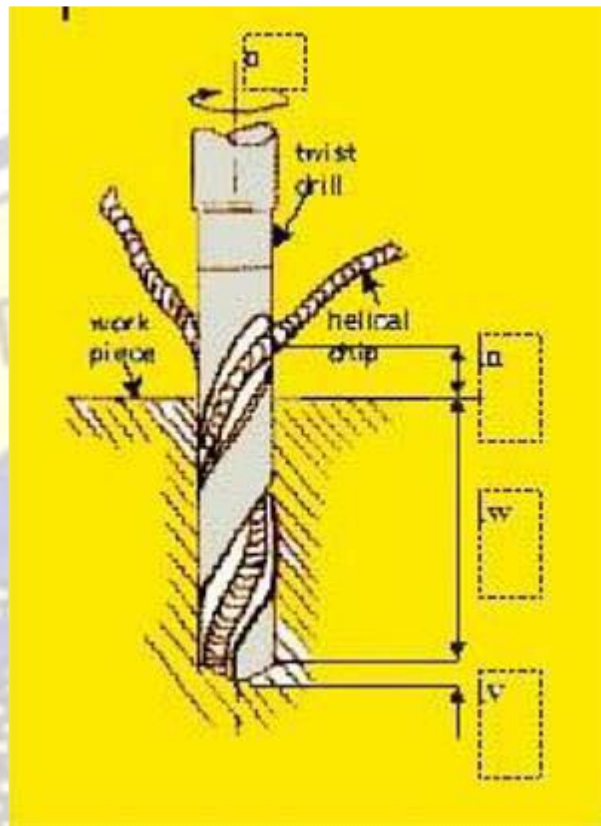
$$v_f = f \cdot n \text{ mm/menit}$$

Waktu pemotongan :

$$t_c = \frac{l_t}{v_f} \text{ menit}$$

2. Proses pelubangan

Proses gaurdi adalah proses pemesinan yang paling sederhana di antara proses pemesinan yang lain. Biasanya di bengkel atau *workshop* proses ini dinamakan proses bor, walaupun istilah ini sebenarnya kurang tepat. Proses gaurdi dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat dengan menggunakan mata bor (*twist drill*). Sedangkan proses bor (*boring*) adalah proses meluaskan/memperbesar lubang yang bisa dilakukan dengan batang bor (*boring bar*) yang tidak hanya dilakukan pada Mesin Gaurdi, tetapi bisa dengan Mesin Bubut, Mesin Frais, atau Mesin Bor.



Gambar 17. Gambar Skematis Proses Gurdi/*Drilling* (Widarto,2008).

Kecepatan potong :

$$v = \frac{\pi d \cdot n}{1000} \text{ m/menit}$$

Kedalaman potong :

$$a = \frac{d}{2} \text{ mm}$$

Waktu pemotongan :

$$t_c = \frac{I_t}{2 \cdot f_n} \text{ menit}$$

Lubang yang dibuat dengan mata bor, apabila nantinya dibuat ulir dengan proses pengetapan harus diperhitungkan diameternya agar diperoleh ulir yang sempurna. Rumus diameter

lubang atau diameter mata bor untuk ulir dengan kisar dan diameter tertentu adalah :

$$TDS = OD - \frac{1}{N}$$

Keterangan :

TDS = *Tap drill size*/ukuran lubang (inchi)

OD = *Outside Diameter*/diameter luar

N = jumlah ulir tiap inchi

Untuk ulir metris, rumus diameter mata bor adalah :

$$TDS = OD - P$$

Keterangan :

p = kisar ulir (mm)

3. Prose pengelasan

Pengelasan merupakan penggabungan bahan yang didasarkan pada prinsip-prinsip proses difusi. Sehingga terjadi pengalihan bahan yang dilas, kelebihan sambungan las adalah dapat menahan kekuatan yang tinggi, mudah pelaksanaannya dan cukup ekonomis. Kelemahan dalam pengelasan adalah terjadi perubahan struktur mikro bahan yang dilas sehingga terjadi perubahan sifat fisik maupun mekanis dari bahan yang dilas.

Klasifikasi dalam pengelasan dibagi menjadi tiga

- a. Pengelasan cair adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau sumber api gas yang terbakar.
- b. Pengelasan tekan adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu.
- c. Pengelasan difusi adalah cara pengelasan dimana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah. Dalam hal ini logam induk tidak turut mencair.

Perhitungan panjang lasan

$$A = a \cdot l$$

Dimana

A : Luas lasan (mm^2) (Harsono,2000)

a : Tebal plat yang paling tipis (mm)

l : Panjang kampuh (mm)

Untuk mengetahui waktu pengelasan dan jumlah elektroda saat pengelasan dapat di tentukan dengan

$$t = \frac{\text{luasan lasan (mm}^2\text{)}}{\text{total panjang kampuh (mm)}} \cdot 1 \text{ menit}$$

$$\text{Jumlah Elektroda} = \frac{\text{luasan lasan (mm}^2\text{)}}{\text{total panjang kampuh (mm)}} \cdot 1 \text{ batang}$$

Menentukan nilai panas pada saat pengelasan las busur

$$J = \frac{60 \cdot E \cdot I}{V} (\text{joule/cm})$$

Dimana

J : Masuk panas (*joule*)

E : Tegangan busur (*volt*)

I : Arus (*ampere*)

V: Laju las (*cm/menit*)

Mesin las yang ada pada unit peralatan las berdasarkan arus yang dikeluarkan pada ujung-ujung elektroda dibedakan menjadi beberapa macam.

1. mesin las arus bolak-balik (mesin AC)

Mesin memerlukan arus listrik bolak-balik atau arus AC yang dihasilkan oleh pembangkit listrik, listrik PLN atau generator AC, dapat digunakan sebagai sumber tenaga dalam proses pengelasan. Besarnya tegangan listrik yang dihasilkan oleh sumber pembangkit listrik belum sesuai dengan tegangan yang digunakan untuk pengelasan. Bisa terjadi tegangannya terlalu tinggi atau terlalu rendah, sehingga besarnya tegangan perlu disesuaikan terlebih dahulu dengan cara menaikkan atau menurunkan tegangan. Alat yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan ini disebut transformator atau trafo.

2. Mesin las arus searah (mesin DC)

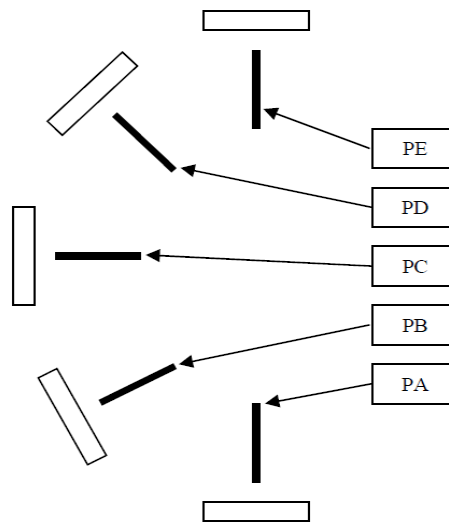
Arus listrik yang digunakan untuk memperoleh nyala busur listrik adalah arus searah. Arus searah ini berasal dari mesin berupa dinamo motor listrik searah. Dinamo dapat digerakkan oleh motor listrik, motor bensin, motor diesel, atau alat penggerak yang lain. Mesin arus yang menggunakan motor listrik sebagai penggerak mulanya memerlukan peralatan yang berfungsi sebagai penyearah arus. Penyearah arus atau rectifier berfungsi untuk mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC)

3. Mesin las ganda (mesin AC-DC)

Mesin las ini mampu melayani pengelasan dengan arus searah (DC) dan pengelasan dengan arus bolak-balik. Mesin las ganda mempunyai transformator satu fasa dan sebuah alat perata dalam satu unit mesin. Keluaran arus bolak-balik diambil dari terminal lilitan sekunder transformator melalui regulator arus. Adapun arus searah diambil dari keluaran alat perata arus. Pengaturan keluaran arus bolak-balik atau arus searah dapat dilakukan dengan mudah, yaitu hanya dengan memutar alat pengatur arus dari mesin las.

Menurut kode yang ditetapkan oleh AWS, dalam posisi las dikaitkan pada jenis teknik sambungan las, jika sambungan berkampuh (*groove*) maka kode posisinya dengan huruf **G**, untuk posisi *down-hand* 1G, horisontal 2G, vertikal 3G, *over-head* 4G, pipa dengan sumbu horisontal 5G, dan pipa miring 45° 6G. Jika sambungan las tidak berkampuh/tumpul (*fillet*) maka kodenya adalah **F**, untuk posisi *down-hand* 1F, horisontal 2F, vertikal 3F, dan *over-head* 4F.

Sistim kode posisi las yang ditetapkan ISO berbeda dengan AWS. Kode posisi las menurut ISO didasarkan pada posisi elektroda saat pengelasan dilakukan, untuk pengelasan plat diberi kode PA, PB, PC, PD, dan PE, sedangkan pengelasan pipa naik PF dan pipa turun PG (Riswan Dwi Djamiko, Mpd, 2008)



Gambar 18 . Kode ISO Posisi Las Flat (Riswan Dwi Djamiko, Mpd, 2008)

Jenis-jenis elektroda

Penggunaan elektroda las listrik ada berbagai macam jenis ukuran yang disesuaikan mesin las dan benda kerja yang dikerjakan

a. Elektroda telanjang

Merupakan elektroda yang terbuat dari kawat yang ditarik polos (disepuh dengan tembaga, nikel dan sebagainya), kebanyakan hanya dilaskan pada arus searah. Elektroda ini tidak mencegah terjadinya zat asam dan zat lainnya ke dalam kubangan lelehanya, karena itu jalur sambungan pengelasan menjadi lebih rapuh, lebih sukar dibentuk dan memiliki keuletan yang lebih rendah terhadap tegangan.

b. Elektroda terselubung tipis

Elektroda las dengan lapisan bahan pembalut tipis sangat baik sekali dan menambah kestabilan busur nyala, tetapi hasil pengelasan mempunyai sifat-sifat mekanis yang kurang (tidak tinggi) karena kekurangan pemeliharanya cairan sewaktu pengelasan berlangsung. Elektroda berbalut tipis ini digunakan untuk semua jenis mesin las listrik bolak – balik maupun arus searah.

c. Elektroda terselubung tebal

Elektroda tebal mempunyai lapisan 1-3 mm, berat dari lapisan pembungkus sekitar 15% - 30% dari berat seluruh elektroda. Elektroda berbalut tebal dapat mempertinggi kestabilan busur nyala dan memelihara lapisan logam cair oleh gas-gas pelindung dan busur disekeliling terak.

Tujuan dari pembalut kawat las adalah

1. Membuat busur nyala api menjadi stabil
2. Menjaga busur nyala terak baik selama pengelasan
3. Pengontrol reaksi yang terjadi selama pengelasan
4. Melindungi cairan logam selama pengelasan berlangsung
5. Memelihara proses pembuatan terak sewaktu pendinginan benda kerja yang dilas

Tabel 3. Klasifikasi Diameter Elektroda

Metrik	Amerika
1,5 mm	1/16 inch
2,0 mm	3/32 inch
2,5 mm	1/8 inch
3,25 mm	5/32 inch
4,0 mm	3/10 inch
5,0 mm	3/16 inch
6,0 mm	1/4 inch

Sesuai dengan standar internasional elektroda diproduksi perusahaan menggunakan kode-kode tertentu, sebagai contoh elektroda sesuai normalisasi Amerika yaitu berdasarkan *American welding society (AWS)* Atau *american society for testing materials (ASTM)* digunakan simbol E untuk las busur listrik.

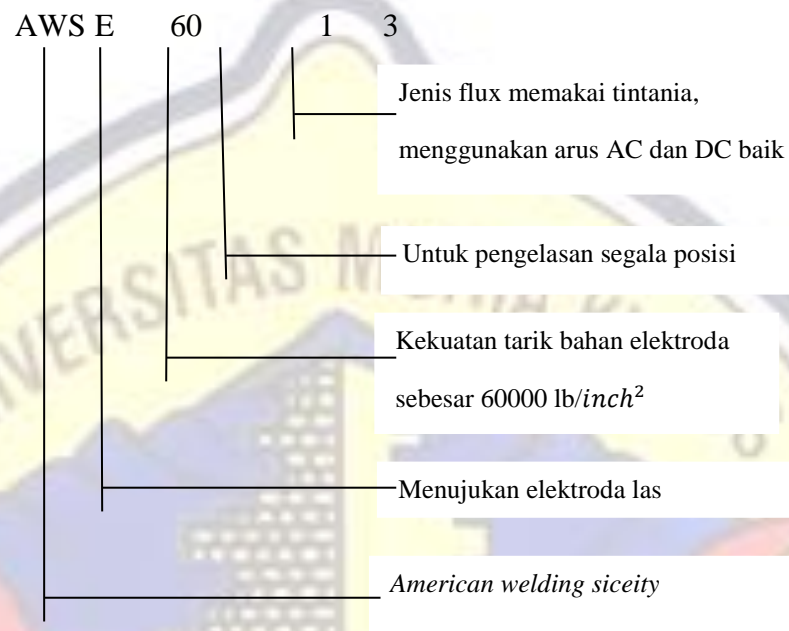
Tabel 4. Klasifikasi Tebal Bahan Arus Dan Diameter Elektroda

Tebal Bahan (mm)	Diameter Elektroda (mm)	Arus Pengelelasan (ampere)

Tabel 5. Klasifikasi Elektroda Terhadap Kekuatan Tarik

Klasifikasi	Kekutan tarik	
	Lb/in ²	Kg/mm ²
E60XX	60000	42
E70XX	70000	49
E80XX	80000	56
E90XX	90000	63
E100XX	100000	70
E110XX	110000	77
E120XX	120000	84

Proses pengerjaan rancang bangun injection moulding jenis busur listrik dengan elektroda terbungkus atau *shielded metal arc welding* (SMAW) Serta elektroda yang digunakan adalah AWS E 6013 yang berdiameter 2.6 mm dan 3.2 mm dengan arus 60-100 Ampere



Jenis elektroda yang digunakan standar Amerika dengan kode AWS E6013. Elektroda ini memiliki kekuatan tarik sebesar 47,1 kg/mm² (kekutan tarik terendah elektroda adalah E60xx 60.000 psi).Jenis fluks yang digunakan adalah kalium *tintania* tinggi dan dapat digunakan pengelasan segala posisi menggunakan las AC maupun DC dengan prioritas gandan (Harsono & Toshie Okumura, 1991)

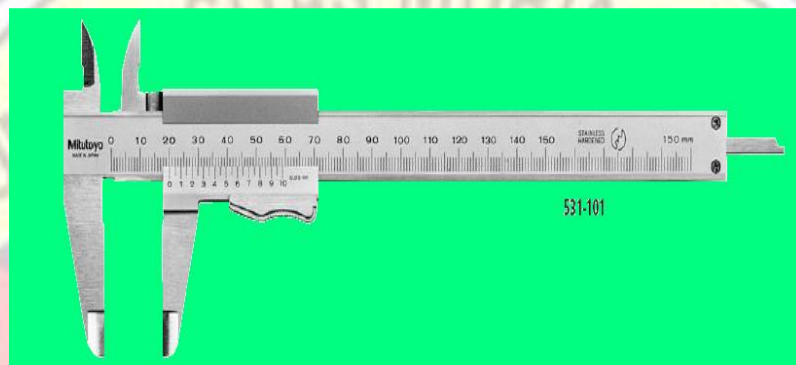
4. Alat ukur

Tahapan alat ukur yang digunakan dalam Proses rancang bangun mesin injeksi *moulding* pengertian mengukur adalah proses membandingkan ukuran (dimensi) yang tidak diketahui terhadap standar ukuran tertentu. Alat ukur yang baik merupakan kunci dari proses produksi massal. Tanpa alat ukur, elemen mesin tidak dapat

dibuat cukup akurat untuk menjadi mampu tukar (*interchangeable*). Pada waktu merakit, komponen yang dirakit harus sesuai satu sama lain. Pada saat ini, alat ukur merupakan alat penting dalam proses pemrosesan dari awal pembuatan sampai dengan kontrol kualitas di akhir produksi .

a. Jangka Sorong

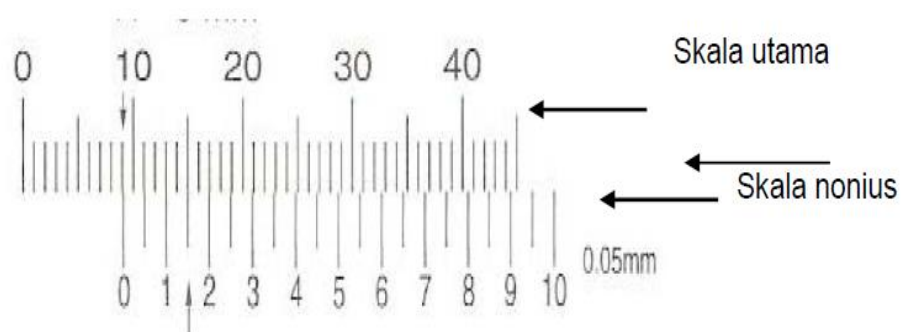
Jangka sorong adalah alat ukur yang sering digunakan di bengkel mesin. Jangka sorong berfungsi sebagai alat ukur yang biasa dipakai operator mesin yang dapat mengukur panjang sampai dengan 200 mm, ketelitian 0,05 mm.



Gambar 19. Jangka Sorong (Widarto, 2008)

Jangka sorong yang menggunakan skala nonius, cara pembacaan ukurannya secara singkat adalah sebagai berikut :

1. Baca angka mm pada skala utama (pada Gambar 20. di bawah : 9 mm)
2. Baca angka kelebihan ukuran dengan cara mencari garis skala utama yang segaris lurus dengan skala nonius (Gambar 20. di bawah : 0,15)
3. Sehingga ukuran yang dimaksud 9,15



Gambar 20. Cara Membaca Skala Jangka Sorong Ketelitian 0,05 Mm.(Widarto, 2008)



BAB III

METODOLOGI

Metode rancang bangun *plastic injection moulding* untuk pemanfaatan limbah plastik untuk gagang pisau dimulai dari beberapa tahapan pekerjaan yang dapat dinyatakan dalam diagram di bawah ini:



Gambar 21. Diagram Alir Rancang Bangun

Rancangan ini dilakukan dalam beberapa tahapan yang dikerjakan adalah sebagai berikut:

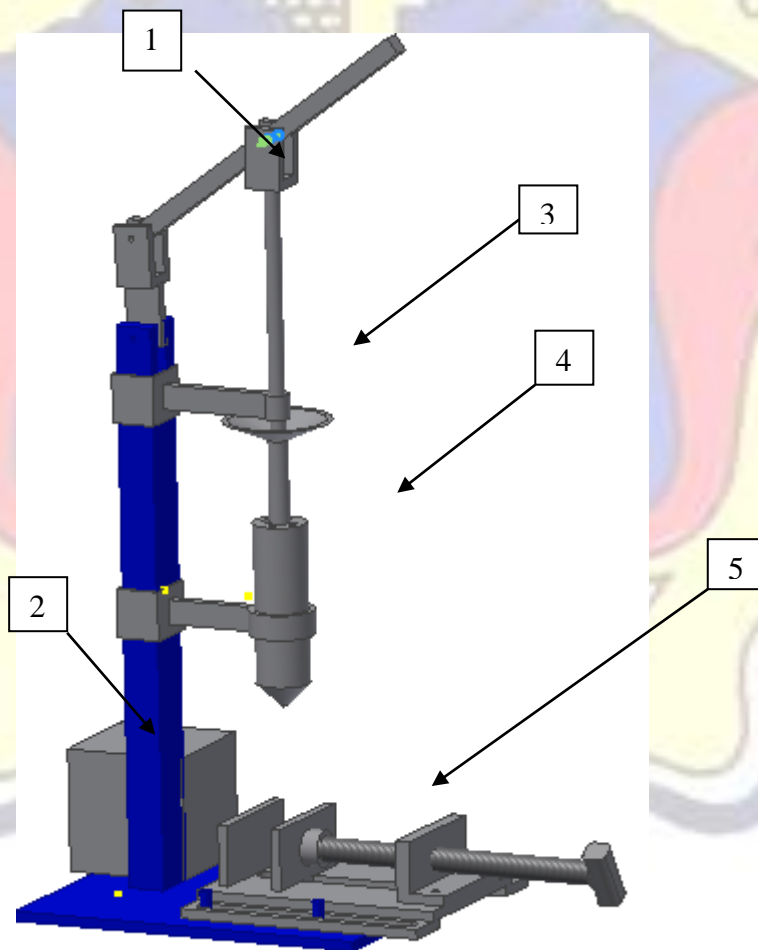
3.1 Melakukan Studi Literatur

Mencari penelusuran sumber atau acuan yang digunakan dalam perancangan sebagai rujukan mendapatkan jenis informasi yang dibutuhkan, dapat berupa buku atau dalam tulisan lain.

3.2 Observasi Lapangan

Metode mengumpulkan data melalui pengamatan langsung di lapangan atau lokasi penelitian. Hasil pengamatan didapatkan dari gambaran yang jelas tentang masalah-masalah yang akan dipecahkan.

3.3 Rencana Desain Mesin *Plastic Injection Moulding*



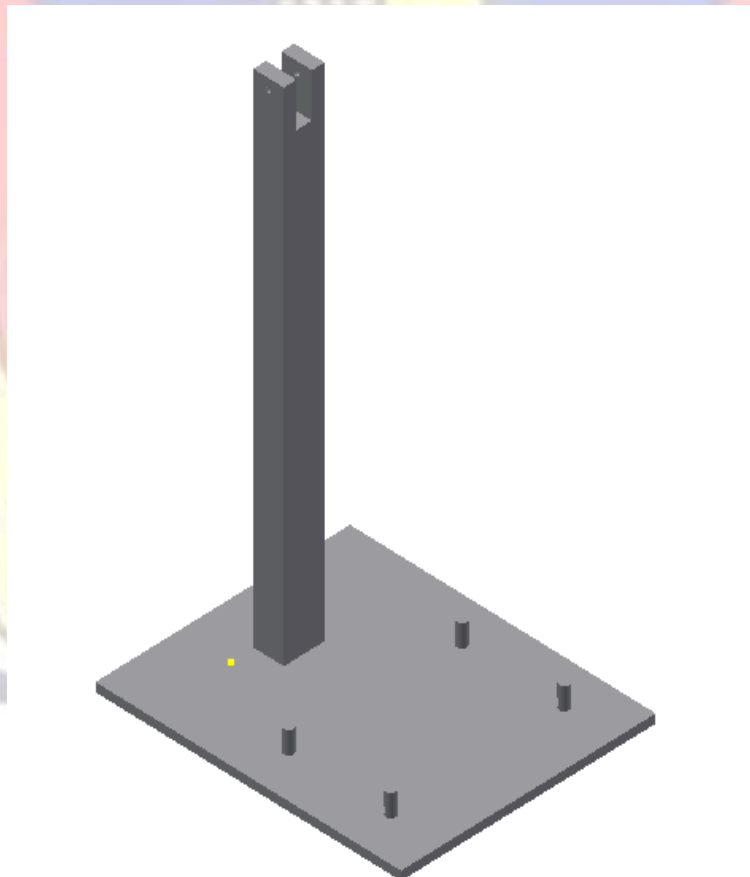
Gambar 22. Mesin *Injection Molding Vertikal Manual*

Keterangan:

1. Tuas
2. Unit pemanas
3. Penekan/piston
4. Silinder
5. Penjepit

Mekanisme kerja ;

Pemanas dihidupkan untuk memanaskan pipa pemanas sudah dihubungkan dengan *haeter* tertempel pada pipa tersebut, tuang biji plastik ke dalam *hopper*, mengatur unit pemanas sesuai tingkat panas yang perlukan untuk melelekan plastik, plastik sudah meleleh/mencair ditekan oleh piston yang terhubung oleh tuas penekan, cairan plastik tertekan oleh piston kemudian mengangir kedalam cetakan sudah terpasang di bawah pipa pemanas terapat penjepit/ragum



Gambar 23. Rangka



Gambar 24. Pipa Pemanas

3.4 Alat Dan Bahan

Sebelum melakukan proses rancang bangun mesin injeksi moulding berbagai alat dan bahan harus disiapkan untuk mengerjakan rancang bangun tersebut diantaranya;

1. Peralatan yang harus disiapkan sebelum melakukan pengerjaan meliputi;
 - a. Mesin gerinda potong
 - b. Gergaji mesin
 - c. Alat ukur
 - d. Penggores
 - e. Siku
 - f. Mesin las dan perlengkapannya
 - g. penitik
 - h. Mesin bor dan perlengkapannya
 - i. Tang
 - j. Tang cepit

- k. Ragum
- l. Palu
- 2. Bahan yang dibutan dalam merancang bangun meliputi;
 - a. Plat baja, tebal 8 mm
 - b. Baja kotak, panjang 4 cm, lebar 3 cm
 - c. Pipa pejal diameter 1,3
 - d. Pipa pejal, diameter 4,4 cm
 - e. Besi cor, diameter 5 mm

3.5 Perakitan

Proses penggabungan dari beberapa bagian komponen yang dirakit satu-persatu untuk membentuk suatu kontruksi yang di dinginkan hingga menjadi produk akhir, proses pengambungan menggunakan las listrik. Adapun komponen yang dirakit adalah ;

- 1. Merakit rangka sebagai dudukan ragum/penjepit untuk pencekam cetakan dan tiang rangka sebagai penghukung tuas penekan, menekan lelehan plastik di dalam pipa pemanas. sekaligus tiang rangka sebagai peyangga pipa pemanas.
- 2. Merakit pipa pemas

3.6 Proses Finishing

Proses finishing mesin injeksi *moulding* adalah proses merapikan benda kerja sebelum pengecatan, untuk membuang bagian-bagian pengelasan, pemotongan yang tidak rapi atau terlihat menonjol, mesin yang digunakan untuk membuang bagian-bagian tidak rapi menggunakan gerinda tangan

BAB IV

PEMBAHASAN DAN HASIL

3.7 Proses Perancangan Mesin *Injection Moulding*

Perancangan mesin injeksi moulding meliputi

4.1.1 Perancangan tabung pemanas

Tabung pemanas pada mesin *injection moulding* berupa pipa memanjang sebagai tempat melelekan biji plastik dan pempat pemanas yang mengelilingi pipa tersebut

Spesifikasi perancangan tabung

Bahan tabung pemanas = baja ST 60

Tegangan tarik σ = 706,47 N/mm²

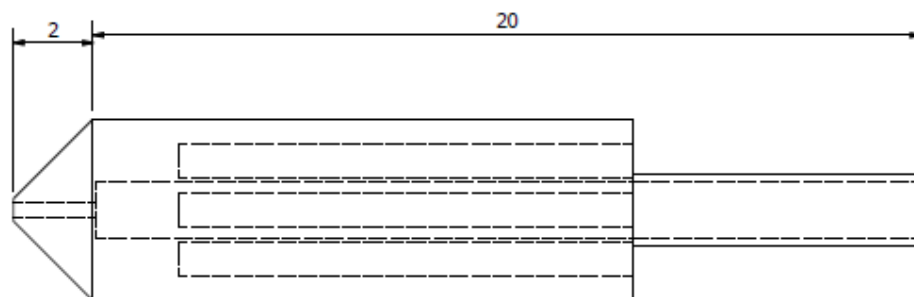
Masa jenis bahan = 7890 kg/m³

Panjang tabung = 22 cm

Diameter luar tabung = 4,4 cm

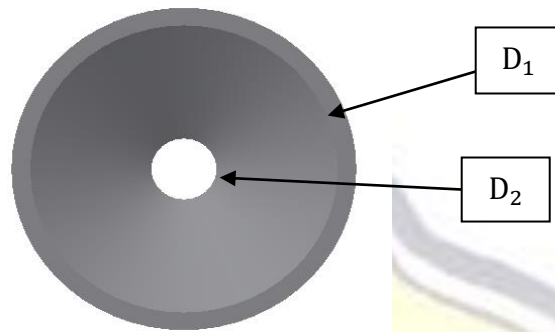
Diameter dalam tabung = 1,4 cm

Diameter lubang keluar = 0,4 cm



Gambar 26. Tabung Pemanas

a. Perhitungan volume *hopper*



Gambar 26. Hopper

$$V = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot D_1 \cdot D_2 \cdot t$$

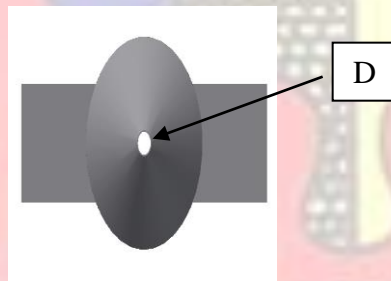
$$V = \frac{1}{3} \times 3,14 \times 9,4 \times 1,4 \times 4 = 55,096 \text{ cm}^3$$

b. Perhitungan volume tabung

$$V = \pi \cdot D_2 \cdot t$$

$$V = 3,14 \times 1,4 \times 20 = 87,92 \text{ cm}^3$$

c. Perhitungan volume lubang keluar



Gambar 27. Lubang Keluar

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$V = 3,14 \times 0,4 \times 2 = 2,512 \text{ cm}^3$$

Jadi volume tabung pemanas

$$V = V_{\text{hopper}} + V_{\text{tabung}} + V_{\text{lubang keluar}}$$

$$V = 55,096 + 87,92 + 2,512 = 145,528 \text{ cm}^3$$

Tegangan yang terjadi pada tabung

Tegangan (τ)

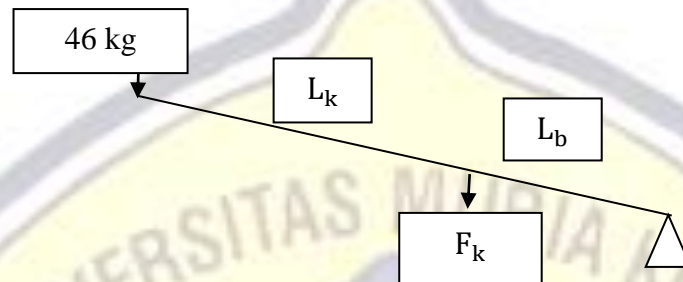
$$\text{Gaya (F)} = 158,949$$

$$\text{Luas penampang tabung (A)} = 2,742 \text{ cm}^2$$

$$\tau = \frac{F}{A}$$

$$\tau = \frac{158,949}{2,742} = 57,968 \text{ N/cm}^3$$

perhitungan gaya pada tuas penekan



Gambar 28. Tuas

Diketahui;

Gaya gravitasi (g) = $9,81 \text{ m/s}^2$

$F_b = 46 \text{ kg}$

$L_k = 45 \text{ cm}$

$L_b = 15 \text{ cm}$

Ditanya; gaya tekan pada tuas (F_k)

$$F_b \times L_b = F_k \times L_k$$

$$46 \times 15 = F_k \times 45$$

$$F_k = \frac{690}{45} = 15,333 \text{ kg}$$

$$F_k = 15,333 \times 9,81 = 150,416 \text{ N}$$

Tegangan yang terjadi pada tuas penekan



Gambar 29. Batang Tuas

Keterangan ;

Bahan batang tuas = baja ST 60

Tegangan tarik baja ST 60 = $706,47 \text{ N/mm}^2$

Tegangan (τ)

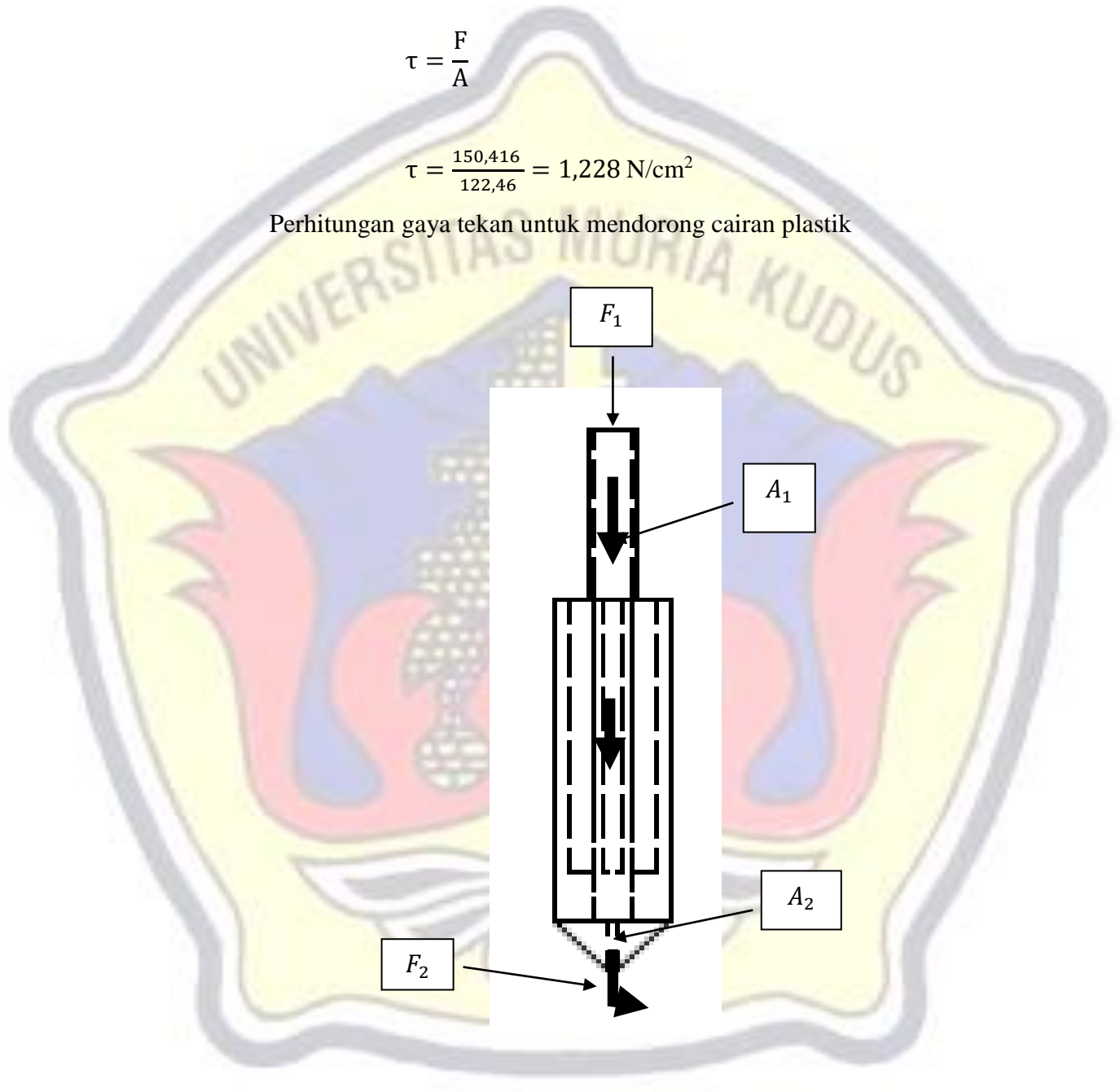
Gaya (F) = 150,416 N

Luas penampang batang pendorong (A) = 122,46 cm³

$$\tau = \frac{F}{A}$$

$$\tau = \frac{150,416}{122,46} = 1,228 \text{ N/cm}^2$$

Perhitungan gaya tekan untuk mendorong cairan plastik



Gambar 30. Aliran Fluida

Keterangan

Bahan tabung pemanas = ST 60

Tegangan tarik baja ST 60 = 706,47 N/mm²

luas penampang tabung (A₁) = 87,92 cm

luas penampang lubang keluar (A₂) = 2,512 cm

tekanan yang terjadi pada batang piston F₁ = 150,416 N

Percepatan grafitasi (g) = 9,81 m/s²

berat biji plastik HDPE = 0,2768 kg/cm²

Ditanya; aliran yang diakibatkan oleh gaya dorong piston (F₂)

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$\frac{150,416}{87,92} = \frac{F_2}{2,512}$$

$$1,71 = \frac{F_2}{2,512}$$

$$F_1 = 1,7 \times 2,512 = 4,295 \text{ N} \quad (\text{Fank M. White, 1994})$$

4.1.2 Perancangan Rangka Mesin *Injection Moulding*

Rangka adalah rangkaian salah satu komponen saling berhubungan secara teratur untuk menahan tegangan yang terjadi, untuk mengetahui tegangan pada rangkang mesin *injection moulding* dilakukan simulasi *mies stress analysys* dengan pembebanan pada tuas penekan 150,416 N

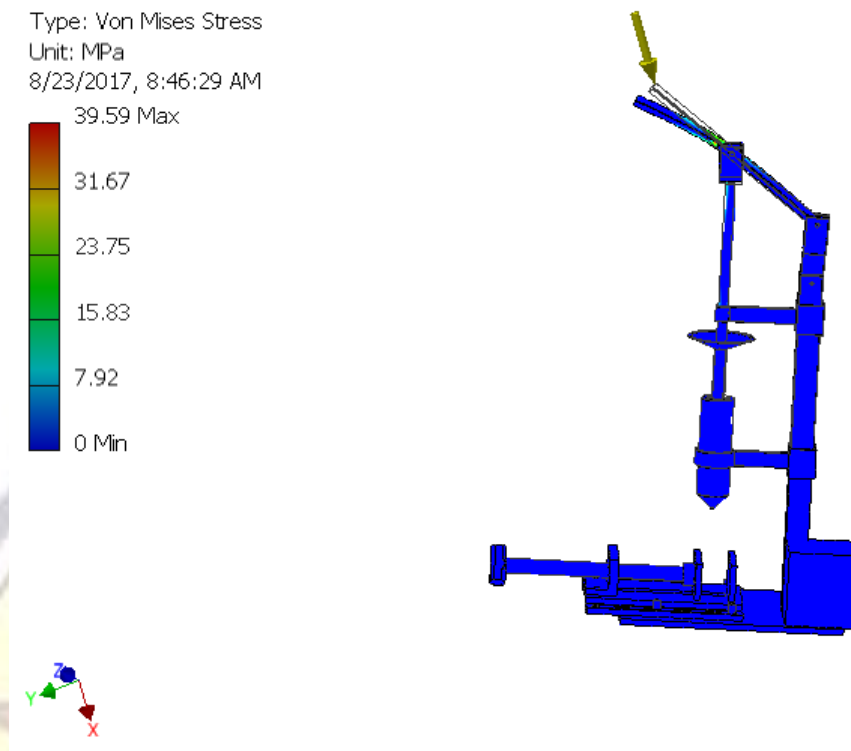
Spesifikasi rangka

Bahan = ST 60

Kekuatan tarik = 706,47 N/mm²

Masa jenis (P) = 7890 kg/m³

Panjang rangka = 460 mm



Gambar 31. Hasil Simulasi *Von Mises Stress*

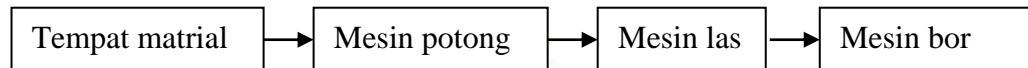
Hasil simulasi tegangan von mises stress dengan tekanan 150,416 N ketahuai tegan maksimal terjadi pada rangka sebesar 39,59 Mpa, sedangkan tegangan maksimum bahan baja ST 60 = $706,47 \text{ N/mm}^2$. Tegangan rangka mesin *injection moulding* bisa dingatakan aman sebabkan tegangan yang bekerja secara simulasi lebih kecil dari tegangan bahan baja ST 60.

3.8 Proses Pengerjaan *Injection Moulding*

Proses pengerjaan mesin *injection moulding* dilakukan untuk menentukan proses pengerjaan, untuk menentukan hasil produk atau mesin yang efektif. Dalam pembuatan mesin *injection moulding* perlu perencanaan sehingga dapat mempercepat proses pengerjaan serta meningkatkan efesiensi waktu dalam pengerjaan Proses pengerjaan rancang bangun mesin injeksi moulding disini meliputi ;

1. Pengerjaan rangka

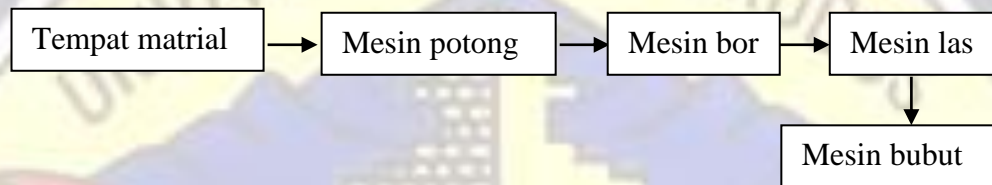
Proses pengerjaan rangka mesin injection moulding dimulai memilih material, permesinan sampai selesai, proses pembuatan mesin injection moulding untuk mengetahui proses pembuatan rangka prosesnya adalah sebagai berikut ;



Gambar 32. Proses Pembuatan Rangka

2. Pengerjaan pipa pemanas

Dalam proses pembuatan pipa pemanas mesin injection moulding sangatlah penting karena biji plastik diproses didalam pipa pemanas untuk pelelehannya, untuk mengetahui proses pembuatan pipa pemanas prosesnya adalah sebagai berikut;



Gambar 33. Proses Pembuatan Pipa Pemanas

4.2.1 Pengerjaan rangka

Peralatan yang digunakan untuk pengerjaan rangka adalah ;

1. Alat ukur (mistar baja, meteran)
2. Penitik
3. Mesin Las dan perlengkapannya
4. Tang
5. Mesin gerinda dan perlengkapannya
6. Bor dan perlengkapannya

Bahan yang digunakan yang digunakan pengerjaan rangka adalah ;

1. Plat besi tebal 8 mm
2. Besi kotak panjang 40 mm, dan lebar 30 mm
3. Bahan baja ST 60
4. Kekuatan tarik = 706,47 N/mm²

Langkah-langkah pengerjaan rangka mesin injeksi *moulding* dimulai dari

1. Mempelajari desain dan memahami rancangan gambar yang telah dibuat
2. Setelah desain sudah dipelajari langkah selanjutnya mengukur, menandai plat sesuai dengan ukuran dalam gambar .
3. Pengukuran semua dianggap selesai selanjutnya memotong baja plat menggunakan gerenda potong dengan ukuran
 - a. Baja plat dengan ketebalan 8 mm, panjang 300 mm, dan lebar 250 mm

Perhitungan kecepatan potong batu gerinda

$$n = \frac{vc \times 1000 \times 60}{\pi \times d} \text{ rpm}$$

$$vc = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ mm/menit}$$

Keterangan ;

n = kecepatan putar (rpm)

vc = kecepatan potong (mm/detik)

d = diameter batu gerinda

t = waktu (s)

L = panjang benda kerja (mm)

f = gerak makan per mata potong

sebesar 0,1(mm/put)

a = kecepatan potong

diketahui;

1. Diameter batu gerinda ; 300 mm

2. Kecepatan potong ; 600 mm/menit

Maka waktu perlukan untuk memotong sebagai berikut;

$$l_t = l_v + l_w + l_n$$

L_T = panjang pemesinan (mm)

L_v = langkah pengawalan (mm)

L_w = langkah pemotongan (mm)

L_n = langkah pengakhiran (mm)

Untuk L_v dan L_n ditentukan masing masing sebesar 8 mm, panjang benda kerja $300 + 250 \times 2 = 1100$ mm

$$vc = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ mm/detik}$$

$$600 = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot n}{1000} \text{ mm/detik}$$

$$n = \frac{600 \cdot 1000}{942} \text{ mm/detik}$$

$$vc = 636,94 \text{ mm/detik}$$

Panjang pemesinan untuk benda kerja adalah

$$\begin{aligned} l_t \text{ plat baja} &= l_v + l_w + l_n \\ &= 8 + 1100 + 8 = 1116 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka diperlukan waktu pemotongan benda kerja

$$t_c = \frac{l_t}{vf} = \frac{l_t}{n \times f} \text{ menit}$$

$$t_c = \frac{1116}{636,94 \times 0,1} \text{ menit}$$

$$n = 17,521 \text{ menit/potong}$$

$$t_m = t_c + 0,25 \text{ menit/potong}$$

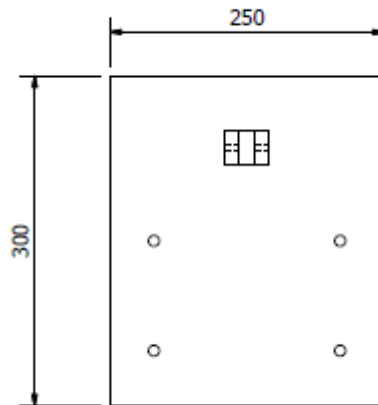
$$t_m = 17,521 + 0,25 = 17,771 \text{ menit/potong}$$

$$t_{m \text{ plat besi}} = 17,771 \text{ menit/potong}$$

1 kali pemotongan, waktu potong yang diperlukan adalah;

$$t_m = 2,228 \times 1 = 17,771 \text{ menit/potong}$$

$$t_m = 17 \text{ menit}$$



Gambar 34. Dudukan Rangka

b. baja kotak dengan panjang 400 mm, dan lebar 300 mm, tinggi 460 mm
diketahui

3. Diameter batu gerinda = 300 mm
4. Kecepatan potong = 600 mm/menit
5. Bahan baja ST 60
6. Kekuatan tarik = 706,47 N/mm²

Maka waktu perlukan untuk memotong sebagai berikut;

$$l_t = l_v + l_w + l_n$$

L_T = panjang pemesinan (mm)

L_v = langkah pengawalan (mm)

L_w = langkah pemotongan (mm)

L_n = langkah pengakhiran (mm)

Untuk L_v dan L_n ditentukan masing masing sebesar 2 mm, panjang benda kerja $400 + 300 \times 2 = 1400$ mm

$$vc = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ mm/menit}$$

$$600 = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot n}{1000} \text{ mm/menit}$$

$$n = \frac{600.000}{942} \text{ mm/menit}$$

$$vc = 636,94 \text{ mm/detik}$$

Panjang pemesian untuk benda kerja adalah;

$$\begin{aligned} l_t \text{ besi plat} &= l_v + l_w + l_n \\ &= 2 + 1400 + 2 = 1404 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka diperlukan waktu pemotongan benda kerja

$$t_c = \frac{l_t}{vf} = \frac{l_t}{n \times f} \text{ menit}$$

$$t_c = \frac{1404}{636,94 \times 0,1} \text{ menit}$$

$$n = 0,220 \text{ menit/potong}$$

$$t_m = t_c + 0,25 \text{ menit/potong}$$

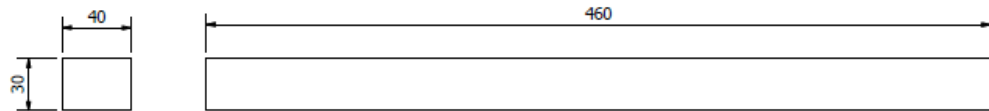
$$t_m = 0,220 + 0,25 = 0,470 \text{ menit/potong}$$

$$t_m \text{ besi kotak} = 0,470 \text{ menit/potong}$$

2 kali pemotongan, waktu potong yang diperlukan adalah

$$t_m = 0,470 \times 2 = 0,94 \text{ menit}$$

$$t_m = 1 \text{ menit}$$



Gambar 35. Tiang Untuk Pemanas

- c. pemotongan tiang bagian atas untuk dudukan ayunan tuas penekan dengan ukuran tinggi 50 × 2 mm, dan lebar 20 mm

Untuk L_v dan L_n ditentukan masing masing sebesar 2 mm, panjang benda kerja $50 + 50 + 20 \times 2 = 140$ mm

$$vc = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ mm/detik}$$

$$600 = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot n}{1000} \text{ mm/detik}$$

$$n = \frac{600 \cdot 1000}{942} \text{ mm/detik}$$

$$vc = 636,94 \text{ mm/detik}$$

Panjang pemesian untuk benda kerja adalah

$$l_t \text{ besi plat} = l_v + l_w + l_n$$

$$= 2 + 140 + 2 = 144 \text{ mm}$$

Maka diperlukan waktu pemotongan benda kerja

$$t_c = \frac{l_t}{vf} = \frac{l_t}{n \times f} \text{ menit}$$

$$t_c = \frac{140}{636,94 \times 0,1} \text{ menit}$$

$$n = 2,198 \text{ menit/potong}$$

$$t_m = t_c + 0,25 \text{ menit/potong}$$

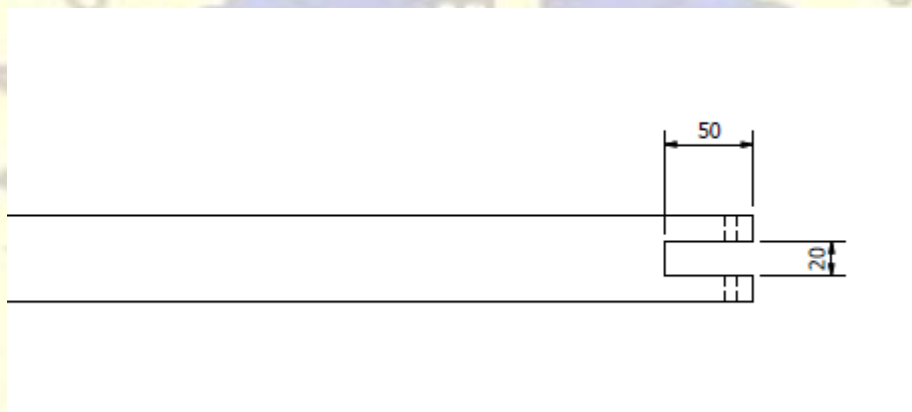
$$t_m = 2,198 + 0,25 = 2,448 \text{ menit/potong}$$

$$t_m \text{ besi kotak} = 2,448 \text{ menit/potong}$$

2 kali pemotongan, waktu potong yang diperlukan adalah

$$t_m = 2,228 \times 2 = 4,896 \text{ menit}$$

$$t_m = 4 \text{ menit}$$



Gambar 36. Tiang Bagian Atas

4. Pengambung bahan telah dipotong menggunakan las listrik.

Sehingga membentuk konstruksi rangka rangka mesin injeksi *moulding*

Perhitungan proses pengelasan dikerjakan

Penggunaan elektroda dibutuhkan sesuai spesifikasi

- Jenis elektroda AWS E11015
- Diameter elektroda 2,6 mm
- Panjang elektroda 360 mm
- Arus pengelasan 120 ampera

Perhitungan sambungan lasan (A)

- Tebal plat paling tipis (a) = 2 mm
- Jumlah sambungan las = 1 buah
- Panjang sambungan las = sambungan pertama
 $40+30 \times 2=140$ mm, sambungan kedua
 $50+20+50+20+20+30 \times 2=380$ mm, jumlah
sambungan (I) = 520 mm
- Panjang kampuh las (I) adalah;
Jadi luas panjang lasan A (mm^2)

$$A = a.I$$

$$= 2 \times 520 = 1040 \text{ mm}^2$$

perhitungan waktu pengelasan (t) dan jumlah elektroda

- Pengelasan dengan tebal plat 2 mm
 - Tiap batang habis dalam waktu 1 menit
 - Tiap elektroda menghasilkan panjang 100 mm
- Jika 100 mm = 1 menit, maka waktu pengelasan adalah

$$\text{waktu } (t) = \frac{\text{luas lasan } \text{mm}^2}{\text{total panjang kampuh } \text{mm}^2} \times 1 \text{ menit}$$

$$= \frac{1040}{520} \times 1 \text{ menit} = 2 \text{ menit}$$

$$\text{Jumlah elektroda} = \frac{\text{luas lasan } \text{mm}^2}{\text{total panjang kampuh } \text{mm}^2} \times 1 \text{ batang}$$

$$= \frac{1040}{520} \times 1 \text{ batan}$$

$$= 2 \text{ batang elektroda}$$

Menghitung nilai masukan panas;

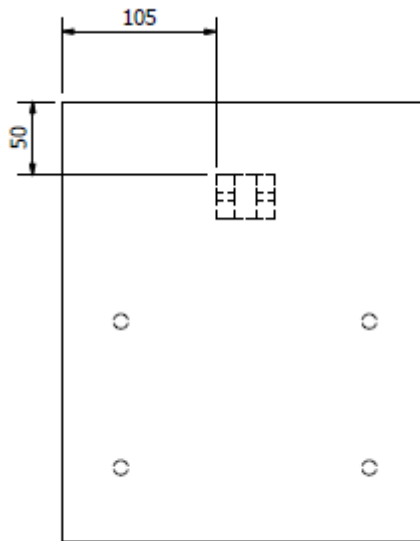
- Tegangan busur (E) = 220 Volt
- Arus lasan (I) = 120 A
- Laju Las (V) = 100 mm/menit = 10 cm/menit
- Nilai masukan panas (J);

$$J = \frac{60.E.I}{V} \text{ joule/mm}$$

$$J = \frac{60.220.120}{10} \text{ joule/mm}$$

$$J = 158400 \text{ joule/cm}$$

$$J = 1584000 \text{ joule/mm}$$



Gambar 37. Pengambungan Tiang Dan Dudukan

5. Proses pelubangan rangka mesin injeksi *moulding* adalah Pengeboran menggunakan mata bor diameter 5 mm digunakan untuk mengebor rangka bagian atas as pengambung lengan angun batang penekan piston.

Perhitungan pengeboran

a. Diameter mata bur (d) = 5 mm

b. Kecepatan sayat (v) = 19 mm/menit

c. Langkah pengawalan (l_v)

$$l_v = \tan 30^\circ \cdot \frac{1}{2} d$$

$$l_v = 0,57 \times 2,5 = 1,425 \text{ mm}$$

d. Panjang pemotongan benda kerja (l_w) = 2 mm

e. Langkah pengakhiran

$$l_n = \tan 30^\circ \cdot \frac{1}{2}$$

$$l_n = 0,57 \cdot 2,5 = 1,425 \text{ mm}$$

f. Putaran pengeboran

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$19 = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot n}{1000}$$

$$N = \frac{19 \times 1000}{3,14 \times 5}$$

$$= 1210,191 \text{ rpm}$$

g. Laju/feed (f)

$$f = 0,1. \sqrt[3]{d}$$

$$f = 0,1. \sqrt[3]{5}$$

$$f = 0,1.2,236$$

$$f = 0,223 \text{ mm/put}$$

h. kecepatan makan (v_f)

$$V_f = f \cdot (n \cdot z) \text{ (mm/menit)}$$

$$V_f = 0,223 \cdot (1210,191 \cdot 2) \text{ (mm/menit)}$$

$$= 539,475 \text{ mm/menit}$$

i. panjang pengeboran

$$l_t = (l_v) + (l_w) + (l_n)$$

$$l_t = 1,425 + 2 + 1,425$$

$$l_t = 4,85 \text{ mm}$$

j. Waktu pengeboran

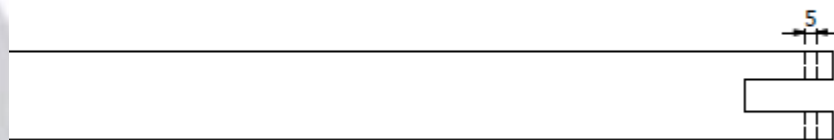
$$t_c = \frac{l_t}{v_f}$$

$$t_c = \frac{4,85}{539,745}$$

$$t_c = 0,008 \text{ menit}$$

Karena pengeboran 2 kali

$$t_c = 0,008 \times 2 = 0,016 \text{ menit}$$



Gambar 38. Pengeboran Tiang Bagian Atas

4.2.2 Pengerjaan pipa pemanas

Peralatan yang digunakan dalam mengerjakan pipa pemanas adalah ;

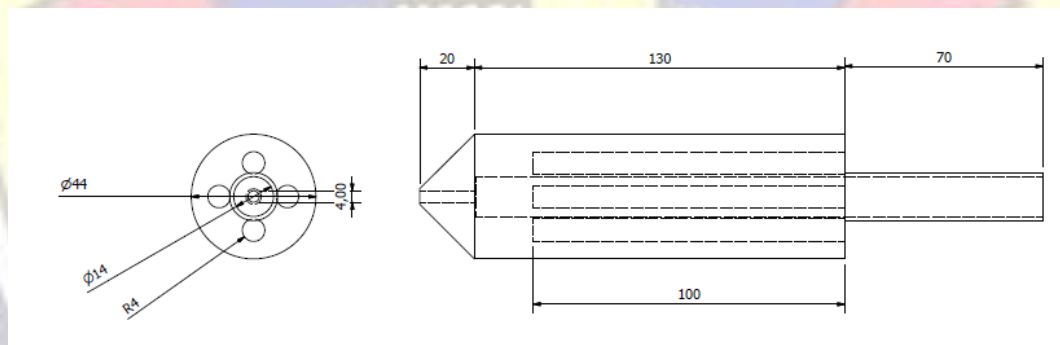
1. Alat ukur (mistar baja, meteran)
2. Penitik
3. Mesin Las dan perlengkapannya
4. Tang
5. Mesin gerinda dan perlengkapannya
6. Bor dan perlengkapannya
7. Mesin bubut dan perlengkapannya

Bahan yang digunakan dalam pengerjaan pipa pemanas adalah ;

1. Pipa pejal diameter 440 mm
2. Bahan baja ST 60
3. Kekuatan tarik baja ST 60 = $706,47 \text{ N/mm}^2$

Langkah-langkah pengerjaan tabung pemanas mesin injeksi *moulding* dimulai dari;

1. Mempelajari desain dan memahami rancangan gambar yang telah dibuat .
2. Setelah desain sudah dipelajari langkah selanjutnya; mengukur, menandai sesuai dengan ukuran dalam gambar .



Gambar 39. Pipa Pemanas

4. Pengukuran semua dianggap selesai selanjutnya memotong, pengeboran, dan pembubutan dengan ukuran
 - a. Pipa pejal diameter 44 mm, panjang 150 mm
 - b. Pengeboran
Lubang keluar diameter 4 mm, panjang 20 mm

Lubang tempat pelebur plastik diameter 14 mm, panjang 130 mm

Lubang heater diameter 8 mm, panjang 100 mm, karena empat kali pengeboran $8 \times 4 = 32 \text{ mm}$, dan $100 \times 4 = 400 \text{ mm}$

Perhitungan pengeboran

Diameter mata bur (d) = 44 mm, 4 mm, dan 8 mm = 56 mm

Kecepatan sayat (v) = 19 mm/menit

Langkah pengawalan (l_v)

$$l_v = \text{tangen } 30^\circ \cdot 1/2 d$$

$$l_v = 0,57 \times 34 = 19,38 \text{ mm}$$

Panjang pemotongan benda kerja (l_w) = 130 mm, 20 mm, dan 400 mm = 550 mm

Langkah pengakhiran

$$l_n = \text{tangen } 30^\circ \cdot 1/2 d$$

$$l_n = 0,57 \times 34 = 19,38 \text{ mm}$$

Putaran pengeboran

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$19 = \frac{3,14 \times 56 \times n}{1000}$$

$$n = \frac{19 \times 1000}{3,14 \times 56} = 108,05 \text{ rpm}$$

Laju/feed (f)

$$f = 0,1 \times \sqrt[3]{d}$$

$$f = 0,1 \times \sqrt[3]{56}$$

$$f = 0,1 \times 7,483$$

$$f = 0,748 \text{ mm/put}$$

kecepatan makan (v_f)

$$V_f = f \cdot (n \cdot z) \text{ (mm/menit)}$$

$$V_f = 0,748 \times (108,05 \times 2) \text{ (mm/menit)}$$

$$= 161,642 \text{ mm/menit}$$

panjang pengeboran

$$l_t = (l_v) + (l_w) + (l_n)$$

$$l_t = 19,38 + 550 + 19,38$$

$$l_t = 588,76 \text{ mm}$$

Waktu pengeboran

$$t_c = \frac{l_t}{v_f}$$

$$t_c = \frac{588,76}{161,642}$$

$$t_c = 3,642 \text{ menit}$$

- c. Bagian ujung Pipa pejal diameter 44 mm, dibuat tirus sepanjang 20 mm

Langkah kerja

1. Mengukur, mengores dan memotong bahan
2. Memasang benda kerja kemesin yang sebelumnya sudah dipotong dan diukur
3. Melakukan pembubutan
4. Melakukan proses penyayatan
5. Perhitungan pembubutan

Diketahui untuk proses bubut poros

$$d_o = 430 \text{ mm}$$

$$d_m = 9 \text{ mm}$$

$$v = \text{kecepatan potong sebesar } 50 \text{ mm/menit}$$

$$f = \text{kecepatan makan bergigi sebesar } 0.5 \text{ mm/putaran}$$

Perhitungan untuk pembubutan poros ditentukan dengan persamaan

$$t_c = \frac{l_t}{v_f} \text{ g}$$

Kecepatan putar bubut sebesar

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{50 \cdot 1000}{3,14 \cdot 430}$$

$$n = \frac{5000}{1350,2}$$

$$n = 3,703 \text{ rpm}$$

Kecepatan pemakanan sebesar

$$V_f = f.n$$

$$= 0,5 \times 3,703$$

$$= 1,851 \text{ mm /menit}$$

Untuk l_v dan l_n ditetapkan sebesar 421 mm dan 421 mm,

maka besar panjang permesinan:

$$l_t = l_v + l_w + l_n$$

$$= 421 + 20 + 421$$

$$= 862 \text{ mm}$$

Untuk waktu bubut

$$l_c = \frac{l_t}{v_f}$$

$$= \frac{862 \text{ mm}}{1,851 \text{ mm/menit}}$$

$$= 465,694 \text{ menit}$$

$$t_m = 465,694 \text{ menit} + 0,25 \text{ menit}$$

$$= 465 \text{ menit}$$

Untuk jumlah bubut

$$a = \frac{d_o - d_m}{2}$$

$$a = \frac{430 \text{ mm} - 20 \text{ mm}}{2}$$

$$= 420 \text{ mm}$$

$$b = \frac{a}{\sin \alpha_r}$$

$$b = \frac{420}{\sin 90}$$

$$= 420 \text{ mm}$$

$$t = 20$$

$$g = \frac{b.t}{d.f_z}$$

$$g = \frac{420.20}{20.0,5}$$

$$= 210 \text{ kali}$$

Karena pembubutan dilakukan beberapa kali maka

waktu yang diperlukan :

$$t_c = \frac{lt}{vf} \text{ g}$$
$$= 465 \text{ menit} \times 210 \text{ kali}$$

3.9 Hasil pengujian

Hasil pengujian mesin *injection moulding* untuk melelekan biji plastik tipe HDPE dengan pemanas *catridge heater* berbagai variasi suhu yang digunakan dalam pengujian, dari hasil pengujian didapat data Pengujian seperti dibawah ini.

Tabel 6. Pengujian

no	Waktu (menit)	suhu ($^{\circ}C$)	Daya (watt)
1	10	260	600
2	6	280	600
3	6	300	600

Dari data hasil pengujian mesin *injection moulding* dengan berbagai variasi suhu, mulai dari suhu 260 $^{\circ}C$, 280 $^{\circ}C$, dan 300 $^{\circ}C$ didapat hasil, Dengan suhu 260 $^{\circ}C$ lelehan plastik masih berbentuk pasta, waktu yang dibutuhkan untuk mencetak 10 menit dari cetakan terpasang diragum/penjepit sampai cetakan dikeluarkan dari ragum/penjepit dan pengeringan material tidak membutuhkan waktu cukup lama, ketika tuas ditekan tuas terasa berat karena material plastik masih berbentuk pasta. Dengan suhu 280 $^{\circ}C$ lelehan plastik masih sama dengan suhu 260 $^{\circ}C$, waktu yang dibutuhkan untuk mencetak 6 menit dari cetakan terpasang diragum/penjepit sampai cetakan dikeluarkan dari ragum/penjepit. Dengan suhu 300 $^{\circ}C$ cukup meleleh dan mencair, ketika tuas ditekan tuas terasa ringan, waktu yang dibutuhkan untuk mencetak adalah 6 menit dari cetakan terpasang diragum/penjepit sampai cetakan dikeluarkan dari ragum/penjepit. Jadi waktu yang dibutuhkan dalam pencetakan mesin *injection moulding* antara 6-10 menit rata-rata waktu yang dibutuhkan dalam pencetakan adalah 14 menit.



Hasil pada suhu 260°C



Hasil pada suhu 280°C

Hasil pada suhu 300°C

Gambar 40. fariasi Suhu

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancang bangun mesin *injection moulding* dapat diambil kesimpulan bahwa ;

menggunakan tabung berdiameter 1,4 cm, panjang 20 cm, daya 600 watt, suhu mencapai 360°C hasil penekanan tuas terasa berat karena plastik kurang meleleh. Menggunakan suhu 300°C hasil penekanan tuas penekan terasa ringan dan waktu pendinginan memerlukan waktu.

5.2 Saran

Berdasarkan rancang bangun mesin *injection plastic* waktu penekanan tuas penekan diharapkan secara cepat

Untuk pemilihan tabung pemanas diharapkan tidak memilih tabung berdiameter kecil mengakibatkan material plastik meleleh diatas tabung membuat udara terjebak didalam tabung tidak bisa keluar

DAFTAR PUSTAKA

- Andhy Rinant Dkk, 2012, "Desain Ulang Unit Pemanas Dan Pengendali Kecepatan Injeksi Mesin Molding" Universitas Sebelas Maret
- Amelia Sugondo, Ninuk Jonoadji, 2008, "Studi Pengaruh Kemiringan Dinding Mangkok Terhadap Tekanan Injeksi Dan Filling Clamp Force" Jurusan Teknik Mesin, Universitas Kristen Petra
- Alfan Amri, 2009, "Pengaruh Pendinginan Dalam Proses *Injection Molding* Pembuatan *Acetabular Cup* Pada Sambungan *Hip*" Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Anonim, 2009, (http://bsagitta.blogspot.co.id/2009/06/mesin_pembentuk-plastik-dengan-metoda.html)
- Charis Muhammad, 2014, Bahan Plastik (Pengetahuan Bahan Teknik) (<http://charis7512.blogspot.co.id/2014/05/bahan-plastik-pengetahuan-bahan-teknik.html>)
- Gusti Rusdi Furqon Dkk, 2016, "Analisa Uji Kekerasan Pada Poros Baja ST 60 Dengan Media Pendingin Yang Beebeda" Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari
- Indra Mawardi Dkk, 2014, Pengembangan Mesin Injeksi Plastik Skala Industri Kecil" jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe
- Irwan Yulianto, 2014, "Rancangan Desain Mold Produk Knob Regulator Kompor Gas Pada Proses *Injection Molding*" Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung
- Suryo darmo, 2015, "pengembangan metode pembuatan molding injeksi plastik dari serbuk komposit" universitas gadjah mada
- Suwarto Dan Rusda, 2016, "Desain Produk Kerajinan Dan Ornamen Bangunan Bergaya Etnik Dayak Dari Hasil Pengolahan Injeksi Limbah Plastik" Politeknik Negeri Samarinda
- Sarjito, Jokosisworo, 2009, "Analisa Kekuatan Puntir, Lentur Putar Dan Kekerasan Baja ST 60 Untuk Poros Propeller Setelah Diquenchhing" Program Studi S 1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
- Toto Rusianto Dkk, 2010, "Shrinkage Pada Plastik Bushing Dengan Variabel Temperatur Injeksi Plastik" Jurusan Teknik Mesin, Institut Sains & Teknologi Akprind Yogyakarta

Widarto, 2008, teknik permesinan jilid 1. Penerbit direktorat pembinaan sekolah menengah kejuruan direktorat jenderal manajemen pendidikan dasar dan menengah departemen pendidikan nasional, jakarta.

Yuliana Chemistry, 2013, makalah pengolahan plastik
(<http://yulianalecturechemistry.blogspot.co.id/2013/12/makalah-pengolahan-sampahplastik.html?m=1>)21-juni-2016, 08:57



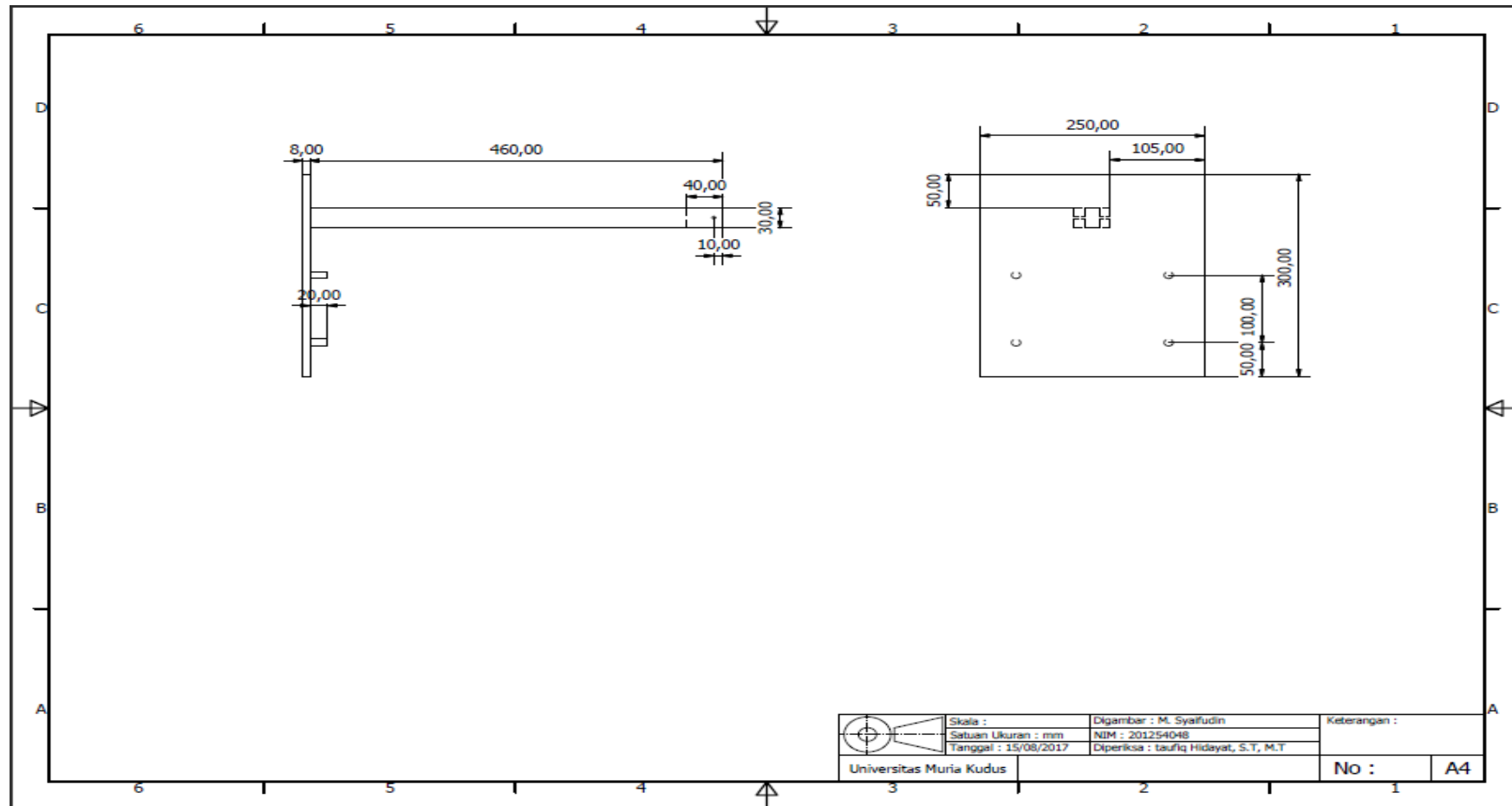
LAMPIRAN

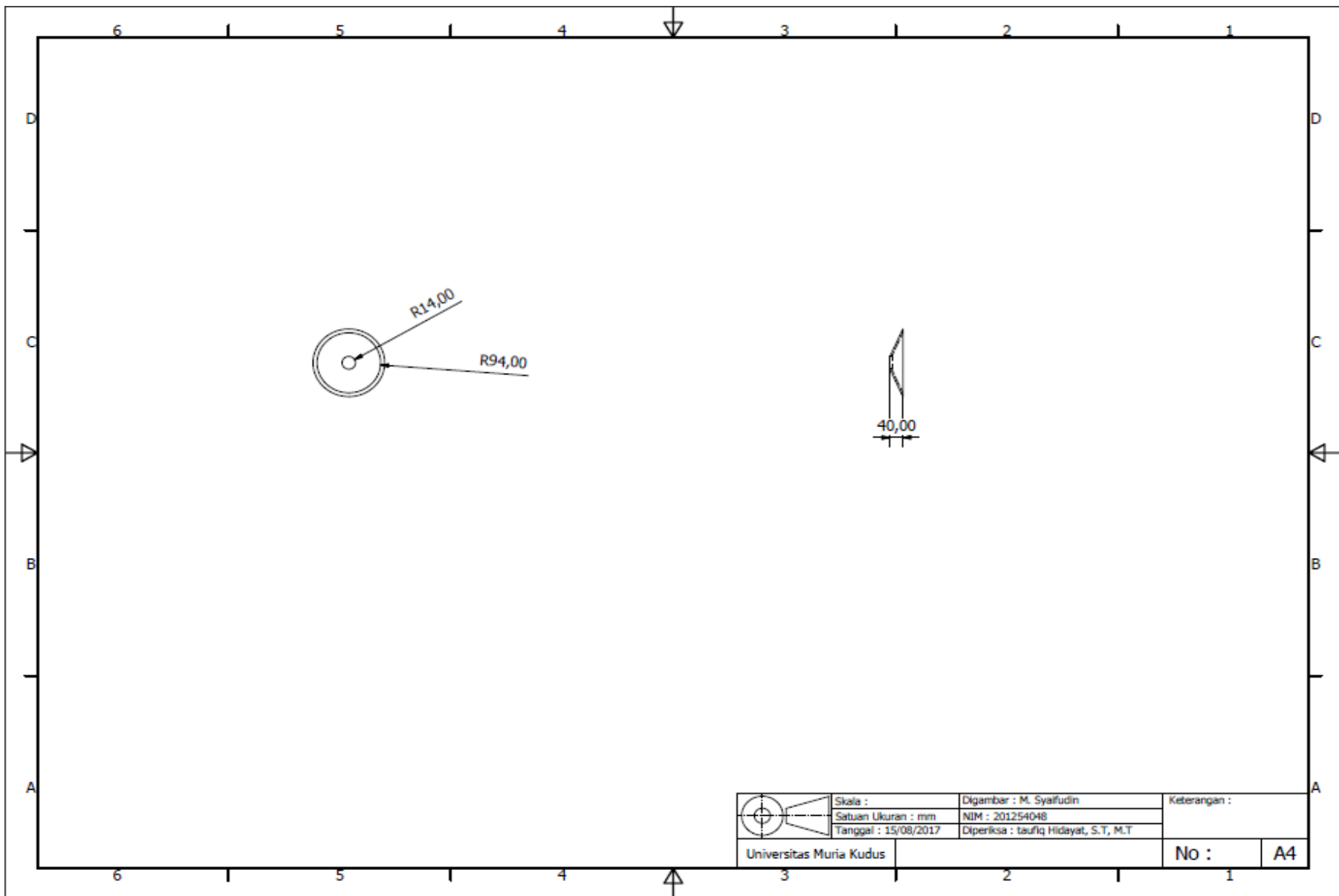
Lampiran 1 . Pedoman kecepatan sayat pada perkakas baja cepat (m/menit)
bahan.Harun. (1981)

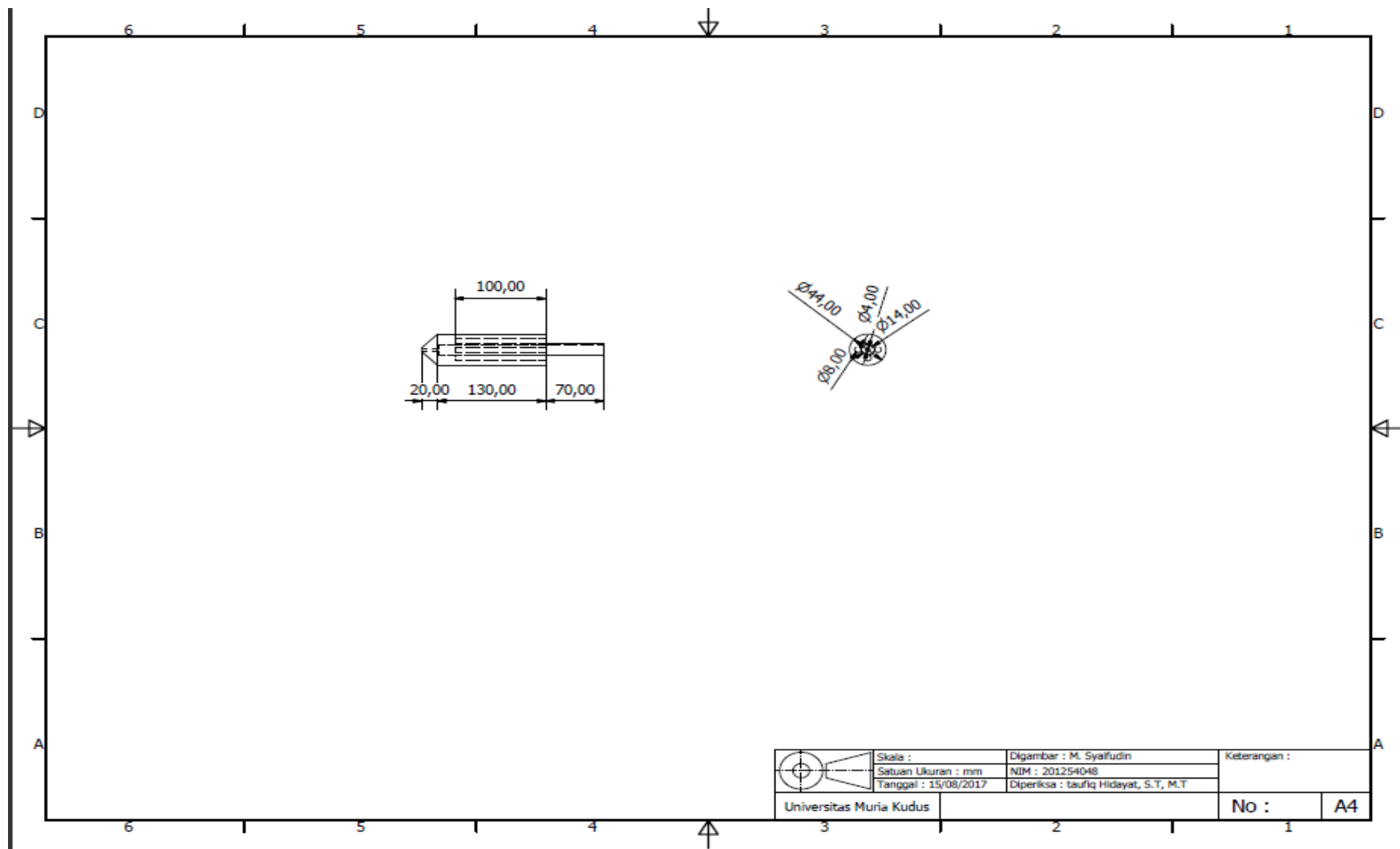
Bahan	Membubut				Menggerok (membor)	Meluaskan	Mengetap	Memfrais					Menyerut V rata - rata 60
	Pembubutan pendahuluan	Pembutan akhir	Mengores	Memotong ulir				Frais kepala pisau	Frais selubung	Frais jari	Frais keping	Frais dibuat belakang	
Baja bukan paduan sampai 50 kN/cm ² 50-60 kN/cm ² 60-70 kN/cm ² 70-85 kN/cm ²	38	48	21	12	30	9	7	26	21	24	19	15	24
	30	38	17	10	24	8	6	21	17	19	15	12	19
	26	34	15	9	21	7	5	19	15	17	13	10	17
	24	30	13	8	19	6	4	17	13	15	12	9	15
Baja otomatis	42	52	24	14	34	11	9	30	24	26	21	17	26
Baja paduan													
70-85 kN/cm ²	19	24	11	6	15	5	4	13	11	12	10	8	12
85-100 kN/cm ²	15	19	8	5	12	4	3	11	8	9	7	6	9
100-140 kN/cm ²	21	15	7	4	9	3	2,5	8	7	8	6	5	8
140-180 kN/cm ²	9	12	5	3	7	2,5	2	6	5	6	5	5	6
Baja tuang													
sampai 50	26	34	15	9	21	7	5	5	15	17	13	10	17

kN/cm ²	17	21	10	6	13	4	3	3	10	11	9	7	11
50-70 kN/cm ²	12	15	7	4	9	3	2,5	2,5	7	8	6	5	8
di atas 70 kN/cm ²													
Besi tuang sampai 200 Brinell	24	30	13	8	19	6	5	17	13	15	12	9	15
200-250 Brinell	15	19	19	5	12	4	3	11	9	10	8	7	10
Besi tuang paduan 250-400 Brinell	12	15	7	4	9	3	2,5	8	7	8	6	5	8
Temperguss 32 - 38 kN/cm ²	19	24	11	7	15	5	4	13	11	12	10	8	12
Tembaga	67	85	38	24	53	17	13	48	38	42	34	26	42
Kuningan remas	75	95	42	26	60	19	15	53	42	48	38	30	48
Kuningan tuang	60	75	34	20	48	15	12	42	34	38	30	24	38
Perunggu tuang	48	60	26	17	38	12	9	34	26	30	24	19	30
Perunggu remas	60	75	38	20	48	15	12	42	34	38	30	24	38
Aluminium	24	300	150	30	190	26	20	170	13	150	120	95	130
Paduan Al-Si-tuang	0	95	38	24	50	17	12	48	0	42	34	26	42
Paduan Al-remas	67	190	85	30	120	30	30	110	38	95	75	60	95
Logam putih	15	110	48	-	67	21	17	60	85	53	42	34	53
Paduan Mg	0	700	100	30	420	30	30	380	48	340	250	200	130
Paduan Zn	85	95	42	26	60	19	15	53	30	48	38	30	48
Bahan sintetis	50								0				
Pengeras termis	0								42				
Termo plastik	80	100	48	28	50	22	18	60	48	52	42	34	21
	60	800	350	100	120	30	30	600	50	550	450	150	130
	0								0				

Lampiran 2. Gambar Desain







Lampiran 3. Proses pengerjaan







Lampiran 5. Mesin *injection moulding*





Lampiran 5. Hasil gagang pisau



Lampiran 6. cetakan



Lampiran 7. Lembar Konsultasi

No	Tanggal	CatatanBimbingan	TandaTangan
8	5/8/2017	lampiran	
9	23/8/2017	ke 500g	

2

CATATAN BIMBINGAN DAN KONSULTASI PEMBIMBING UTAMA

No	Tanggal	CatatanBimbingan	TandaTangan
1.	21/2/2016	berikan penulisan	
2	12/8/2016	tanah referensi lanjutan dengan suk terakir	
3	26/1/2016	pendan skripsi EPO plagiarisme dikurangi	
4	1/10/2016	Ace Peminir (np)	
5.	20/3/2017	Perancangan belum	
6	1/4/2017	Pembuatan	
7	15/8/2017	Gambar belum	

1

Form 18: Formulir Revisi Ujian Tugas Akhir

Form 18: Formulir Revisi Ujian Tugas Akhir

UNIVERSITAS MURIA KUDUS
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
PO. Box 53, Bae, Kudus 0291-438229, 443844 Faks: 0291-437198/
www.umk.ac.id - email: teknik.umk@gmail.com

LEMBAR REVISI UJIAN TUGAS AKHIR

Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Tugas Akhir

Hari/Tanggal : Selasa, 29 Agustus 2017

Tempat : Ruang Ujian Fakultas Teknik Mesin

Memutuskan bahwa mahasiswa:

Nama : Muhammad Syaifudin

NIM : 201254048

Judul Tugas Akhir : Rancangan bangun plastic injection moulding
untuk pemanfaatan limbah plastik untuk gagang pisau

Wajib melakukan perbaikan seperti tercantum di bawah ini:

NO.	HAL YANG PERLU DIREVISI
1	Langkah perancangan di plotkan lebih detail ✓
2	perbaikan " " " " ✓
	Pilihlah bahan & spesifikasi yg. ✓
	Pilihlah pengelasan ✓
	- jenis las ✓
	- jenis elektroda dan di plotkan lebih yg. ✓

Kudus, 29 Agustus 2017

Mengetahui,

Ketua Penguji,

Qomaruddin, ST., MT.
NIDN. 0626097102

Ketua Penguji,

Bachtiar Setya N, ST, MT.
Qomaruddin, ST., MT.
NIDN. 0626097102

UNIVERSITAS MURIA KUDUS
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
PO. Box 53, Bae, Kudus 0291-438229, 443844 Faks: 0291-437198/
www.umk.ac.id - email: teknik.umk@gmail.com

LEMBAR REVISI UJIAN TUGAS AKHIR

Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Tugas Akhir

Hari/Tanggal : Selasa, 29 Agustus 2017

Tempat : Ruang Ujian Fakultas Teknik Mesin

Memutuskan bahwa mahasiswa:

Nama : Muhammad Syaifudin

NIM : 201254048

Judul Tugas Akhir : Rancangan bangun plastic injection moulding

untuk pemanfaatan limbah plastik untuk gagang pisau

Wajib melakukan perbaikan seperti tercantum di bawah ini:

NO.	HAL YANG PERLU DIREVISI
1	Gambar Rancangan per Komponen. ✓
	Gambar Assembling ✓
2	Hitungan pengelasan spk: perbandingan ✓
	elektroda, tabel: yg. ✓
3	Pengelasan (tabel yg.) ✓

Kudus, 29 Agustus 2017

Mengetahui,

Ketua Tim Penguji,

Qomaruddin, ST., MT.
NIDN. 0626097102

Penguji I,

Bachtiar Setya N, ST, MT.

NIDN. 062206710

BIODATA PENULIS



: M. Syaifudin
Tempat & Tgl. Lahir : Demak, 17 april 1989

: Ds. Kedungmutih Rt 07/Rw 02,
Wedung Demak

: Uden.ulyah@gmail.com
Nomor HP : 081548823285

Daftar Riwayat Hidup

1. SDN 1 Kedungmutih
2. MTS Al-Hidayah
3. SMK Walisango